



PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HÍDRICO (PSAH)

Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”

Informe Anual N° 4

Período Enero – Diciembre 2019



Región de Antofagasta

Marzo 2020

INDICE GENERAL

1 RESUMEN	1
2 INTRODUCCIÓN	22
3 OBJETIVOS.....	36
4 MATERIALES Y MÉTODOS	37
4.1 Área de Estudio.....	37
4.2 Variables Ambientales, Parámetros y Ubicación de los Puntos de medición y muestreo	42
4.2.1 Implementación del Plan de Monitoreo	46
4.2.2 Red de Monitoreo Variables Meteorológicas.....	51
4.2.3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración	53
4.2.4 Red de Monitoreo Superficie Cubierta por Lagunas	55
4.2.5 Red de Monitoreo Niveles, Posición de la Interfase Salina, Aforos y Calidad Química....	57
4.2.6 Red de Monitoreo Pozos de Bombeo de Salmuera y de Agua dulce-salobre	74
4.2.7 Red del Plan de Alerta Temprana	78
4.3 Metodología y Materiales/Equipos de Muestreo, Medición y Análisis.....	86
4.3.1 Medición de Variables Meteorológicas	86
4.3.2 Medición de Evapotranspiración.....	87
4.3.3 Medición de la Superficie Cubierta por Lagunas	93
4.3.4 Medición del Nivel Limnimétrico de las Lagunas.....	99
4.3.5 Aforo de Caudales Superficiales.....	100
4.3.6 Medición de Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	103
4.3.7 Medición de Posición de la Interfase Salina	104
4.3.8 Muestreo y Análisis de la Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea	106
4.3.9 Medición de los Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	113
4.4 Fechas de medición, muestreo y/o análisis.....	113
5 RESULTADOS Y ANÁLISIS POR VARIABLE.....	116
5.1 Variables Meteorológicas.....	118
5.2 Evapotranspiración	133
5.3 Superficie Cubierta por Lagunas	142
5.3.1 Sistema La Punta-La Brava	143
5.3.2 Sistema Peine.....	147
5.3.3 Sistema Aguas de Quelana	151
5.3.4 Sistema Soncor.....	156
5.4 Nivel limnimétrico de las Lagunas	160
5.4.1 Sector La Punta-La Brava.....	160
5.4.2 Sector Peine.....	163
5.4.3 Sector Norte y Borde Este	169
5.5 Caudales Superficiales	172

5.6	Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre	177
5.6.1	Sector La Punta-La Brava.....	177
5.6.2	Sector Peine.....	196
5.6.3	Sector Norte y Borde Este	207
5.6.4	Sector Núcleo.....	209
5.7	Posición de la Interfase Salina.....	235
5.7.1	Sector La Punta-La Brava.....	236
5.7.2	Sector Peine.....	271
5.7.3	Sector Norte y Borde Este	309
5.8	Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea	317
5.8.1	Sector La Punta – La Brava.....	346
5.8.2	Sector Peine.....	402
5.8.3	Sector Norte y Borde Este	458
5.8.4	Química de los Pozos de Extracción	511
5.9	Caudales bombeados de salmuera y agua dulce-salobre.....	518
5.9.1	Caudales Bombeados de Salmuera	518
5.9.2	Caudales Bombeados de Agua Dulce-Salobre	525
5.10	Red del Plan de Alerta Temprana.....	529
5.10.1	Sector de Alerta Núcleo	529
5.10.2	Sector de Alerta Acuífero.....	533
5.10.3	Sector de Alerta Norte	537
6	DISCUSIONES	544
6.1	Análisis en relación a límites establecidos en RCA N° 21/2016.....	545
6.1.1	Superficie Cubierta por Lagunas	545
6.1.2	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	545
6.1.3	Aforos de Caudales Superficiales.....	547
6.1.4	Niveles Freáticos en Salmuera y en agua dulce-salobre	548
6.1.5	Posición de la Interfase Salina.....	553
6.1.6	Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea	554
6.1.7	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	554
6.2	Análisis del año hidrológico	555
6.3	Análisis de la evolución de la evapotranspiración	558
6.4	Análisis integrado de la información por sectores	560
6.4.1	Sector La Punta – La Brava.....	560
6.4.2	Sector Peine.....	569
6.4.3	Sector Norte y Borde Este	578
6.4.4	Sector Núcleo.....	588
6.5	Discusión y Revisión del Estado del PAT	591
6.6	En relación Reportabilidad en Planillas Formato RES SMA 894/2019	594

6.7	En relación a entregables 2019, en el marco de la RCA 21/2016.....	599
6.7.1	En relación con los Lisímetros, Considerando 10.5 y 10.6 de RCA 21/2016.....	599
6.7.2	En relación con Limnímetros y Estacas, Considerando 10.10 de RCA 21/2016.	600
6.7.3	En relación con Modelo Hidrogeológico, Considerando 10.7 de RCA 21/2016.....	600
6.7.4	En relación con Verificación Efecto Sinérgico, Considerando 10.16 y 10.20 de RCA 21/2016.....	600

INDICE FIGURAS

Figura 4-1 Ubicación General del Salar de Atacama.....	38
Figura 4-2 Zonas en el Salar de Atacama	40
Figura 4-3 Sectores del PSAH	41
Figura 4-4 Línea de Tiempo Implementación de Plan de Monitoreo	48
Figura 4-5 Red de Monitoreo PSAH.....	50
Figura 4-6 Estaciones Meteorológicas	52
Figura 4-7 Red Monitoreo Evapotranspiración	54
Figura 4-8 Red Superficie Cubierta por Lagunas.....	56
Figura 4-9 Puntos de Monitoreo Sector La Punta-La Brava	59
Figura 4-10 Puntos de Monitoreo Sector Peine	63
Figura 4-11 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este.....	67
Figura 4-12 Puntos de Monitoreo Sector Núcleo	70
Figura 4-13 Ubicación Puntos de Bombeo Salmuera	77
Figura 4-14 Ubicación Puntos PAT	79
Figura 4-15 Ubicación Puntos PAT – Sector de alerta Núcleo	81
Figura 4-16 Ubicación Puntos PAT – Sector de alerta Acuífero	83
Figura 4-17 Ubicación Puntos PAT – Sector de alerta Norte	85
Figura 4-18 Esquema de la cámara semiesférica dispuesta en terreno, con ventiladores y psicrómetro instalados.....	87
Figura 4-19 Preparación del terreno e instalación del domo	90
Figura 4-20 Densidad de vapor de agua al interior de la cámara semiesférica	91
Figura 4-21 Ejemplo de cálculo de evaporación diaria	93
Figura 4-22 Diagrama del proceso de transformación y depuración de imágenes formato de cobertura continua (raster) a polígonos (shape)	99
Figura 4-23 Medición de nivel en reglilla.....	100
Figura 4-24 Esquema de medición de caudal de aforo	101
Figura 4-25 Aforo con molinete	102
Figura 4-26: Esquema de sección de aforo con dos polígonos.....	103
Figura 4-27 Medición de Nivel de Agua/Salmuera en Piezómetros	104
Figura 4-28 Sonda SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3.....	105
Figura 5-1 Precipitación Diaria Histórica, 2009-2019.....	124
Figura 5-2 Precipitación Mensual Histórica, 2002-2019	125
Figura 5-3 Precipitación Historica Anual, 2001-2019.....	126
Figura 5-4 Temperaturas Extremas Diarias, 2009 – 2019.....	128
Figura 5-5 Presión Atmosférica Diaria, 2016 - 2019.....	129
Figura 5-6 Evaporación Diaria, 2009-2019	131
Figura 5-7 Temperaturas Extremas v/s Evaporación, 2009 – 2019	132
Figura 5-8 Variación Temporal de la Evapotranspiración en Puntos de Medición, Sector La Punta – La Brava	135
Figura 5-9 Variación Temporal de la Evapotranspiración en Puntos de Medición, Sector Peine	137
Figura 5-10 Variación Temporal de la Evapotranspiración en Puntos de Medición, Sector Norte y Borde Este	139
Figura 5-11 Variación Temporal de la Evapotranspiración en Puntos de Medición, Sector Núcleo.....	140
Figura 5-12 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar La Punta-La Brava	143
Figura 5-13 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar La Punta-La Brava, Agosto – Diciembre 2019.....	144
Figura 5-14 Registros de superficies lagunares de Agosto 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar La Punta-La Brava, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8.....	145
Figura 5-15 Registros de superficies lagunares de Diciembre 2016 – 2017- 2018 y 2019, sistema lagunar La Punta-La Brava, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8	146

Figura 5-16 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Peine	147
Figura 5-17 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Peine, Agosto – Diciembre 2019	148
Figura 5-18 Registros de superficies lagunares de Agosto 2016 – 2017- 2018 y 2019, sistema lagunar Peine, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8	149
Figura 5-19 Registros de superficies lagunares de Diciembre 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Peine, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8	150
Figura 5-20 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Aguas de Quelana	152
Figura 5-21 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Aguas de Quelana, Agosto – Diciembre 2019.....	153
Figura 5-22 Registros de superficies lagunares de Agosto 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Aguas de Quelana, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8.....	154
Figura 5-23 Registros de superficies lagunares de Diciembre 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Aguas de Quelana, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8	155
Figura 5-24 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Soncor.....	156
Figura 5-25 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Soncor, Agosto – Diciembre 2019	157
Figura 5-26 Registros de superficies lagunares de Agosto 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Soncor, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8	158
Figura 5-27 Registros de superficies lagunares de Diciembre 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Soncor, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8.....	159
Figura 5-28 Puntos de monitoreo de Niveles Limnimétricos, Sector La Punta-La Brava.....	160
Figura 5-29 Variación Temporal de Niveles Limnímetros, Sector La Punta-La Brava	162
Figura 5-30 Detalle Niveles Limnimétricos en Lagunas La Punta-La Brava	162
Figura 5-31 Puntos de monitoreo de Niveles Limnimétricos, Sector Peine.....	164
Figura 5-32 Variación Temporal de Nivel Limnímetros y Estacas, Lagunas Peine	166
Figura 5-33 Detalle Niveles Limnimétricos y Estacas en Lagunas Peine.....	167
Figura 5-34 Puntos de monitoreo de Niveles Limnimétricos, Sector Norte y Borde Este	169
Figura 5-35 Variación Temporal de Niveles Limnímetros, Sector Norte y Borde Este	171
Figura 5-36 Ubicación Puntos de Aforo	172
Figura 5-37 Variación Espacial y Diagrama de Cajas Caudales Aforados.....	174
Figura 5-38 Variación Temporal de Caudales superficiales Aforados.....	175
Figura 5-39 Puntos de medición de Nivel freático en la Sector Punta-La Brava	178
Figura 5-40 Variación Temporal General de Niveles en Sector La Punta-La Brava	185
Figura 5-41 Zona Borde Sur – Sector La Punta-La Brava.....	186
Figura 5-42 Variación Temporal Niveles en Pozos del Borde Sur.....	187
Figura 5-43 Zona Norte y Sur de las Lagunas – Sector La Punta-La Brava	190
Figura 5-44 Variación Temporal de Niveles en Norte y Sur de las Lagunas	192
Figura 5-45 Variación Temporal de Niveles – Sur de las Lagunas.....	194
Figura 5-46 Variación Temporal de Niveles en BA-27– Este Lagunas	195
Figura 5-47 Puntos de medición de Nivel freático en el Sector Peine.....	196
Figura 5-48 Variación Temporal General de Niveles en Sector Peine	201
Figura 5-49 Variación Temporal Niveles en Borde Sur y Este – Sector Peine.....	203
Figura 5-50 Variación Temporal de Niveles en Zona Inicio laguna Salada.....	204
Figura 5-51 Variación Temporal de Niveles en Zona Media Lagunas.....	205
Figura 5-52 Variación Temporal de Niveles Zona Laguna Interna	206
Figura 5-53 Puntos de medición de Nivel freático en el Sector Norte y Borde Este	208
Figura 5-54 Variación Temporal de Niveles de MP-12A y MP-12C.....	209
Figura 5-55 Variación Temporal de Niveles de BA-31 (ex LM-15)	209
Figura 5-56 Puntos de medición de Nivel en el Núcleo	210

Figura 5-57 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo Oeste: Zanja Cordillera de la Sal, CS-01, Sample 4 y, Sample 4A	221
Figura 5-58 Zona de Producción – Sector Núcleo	222
Figura 5-59 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-14, CL-14-1, CL-26, CL-26-1 y CL-30	223
Figura 5-60 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-17 y CL-18	224
Figura 5-61 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-31, CL-32, EXP-2 y EXP-2-1	225
Figura 5-62 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-11, CL-12 y First Well	226
Figura 5-63 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-33, CL-34, CL-34-1, Well-IK y Well-IK-1	227
Figura 5-64 Variación Temporal Niveles Sector Núcleo: CL-10, CL-13, CL-16 y CL-16-1.....	228
Figura 5-65 Variación Temporal Niveles Sector Núcleo: CL-2, CL-2-1, CL-27, CL-28 y CL-29.....	229
Figura 5-66 Zona Núcleo Este – Sector Núcleo.....	230
Figura 5-67 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo, Zona Núcleo Este	231
Figura 5-68 Variación Temporal Niveles en Zona Núcleo Este (2013-2019)	232
Figura 5-69 Zona Núcleo Centro Norte – Sector Núcleo	233
Figura 5-70 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo Centro Norte	234
Figura 5-71 Mapa Ubicación Puntos de medición de Posición Interfase Salina en Sector La Punta-La Brava	236
Figura 5-72 Perfiles de C.E. en el punto MP-01C, 2019.....	257
Figura 5-73 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-01C, 2013-2019	258
Figura 5-74 Perfiles de C.E. en el punto MP-03C, 2019.....	260
Figura 5-75 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-03C, 2013-2019	261
Figura 5-76 Perfiles de C.E. en el punto MP-04C, 2019.....	262
Figura 5-77 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-04C, 2013-2019	263
Figura 5-78 Perfiles de C.E. en el punto MP-05C, 2019.....	264
Figura 5-79 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-05C, 2013-2019	265
Figura 5-80 Perfiles de C.E. en el punto MP-06C, 2019.....	267
Figura 5-81 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-06C, 2013-2019	268
Figura 5-82 Perfiles de C.E. en el punto MP-09C, 2019.....	269
Figura 5-83 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-09C, 2016-2019	270
Figura 5-84 Mapa Ubicación Puntos de medición de Posición Interfase Salina en Sector Peine.....	271
Figura 5-85 Perfiles de C.E. en el punto MP-07C-1, 2019	295
Figura 5-86 Perfiles históricos de C.E. en el punto MP-07C-1, 2017 – 2019	296
Figura 5-87 Perfiles de C.E. en el punto MPS-AC, 2019.....	298
Figura 5-88 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-AC, 2013-2019.....	299
Figura 5-89 Perfiles de C.E. en el punto MPS-CC, 2019.....	300
Figura 5-90 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-CC, 2013-2019	301
Figura 5-91 Perfiles de C.E. en el punto PP-01, 2019	302
Figura 5-92 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-01, 2016-2019.....	303
Figura 5-93 Perfiles de C.E. en el punto PP-02, 2019	305
Figura 5-94 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-02, 2016-2019.....	306
Figura 5-95 Perfiles de C.E. en el punto PP-03, 2019	307
Figura 5-96 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-03, 2016-2019.....	308
Figura 5-97 Mapa Ubicación Puntos de medición de Posición Interfase Salina en Sector Norte y Borde Este	309
Figura 5-98 Perfiles de C.E. en el punto MP-12C, 2019.....	315
Figura 5-99 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-12C, 2016 - 2019	316
Figura 5-100 Localización puntos de monitoreo Sector La Punta – La Brava.....	346
Figura 5-101 Diagrama de Caja, pH <i>in situ</i> histórico (UpH), Sector La Punta-La Brava	347
Figura 5-102 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica <i>in situ</i> histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava	349
Figura 5-103 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava	351
Figura 5-104 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. <i>in situ</i> histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava	352

Figura 5-105 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in situ</i> histórico (T°C), Sector La Punta-La Brava.....	353
Figura 5-106 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE <i>in situ</i> , Sector La Punta-La Brava	355
Figura 5-107 Variación Temporal: SDT y OD <i>in situ</i> , Sector La Punta-La Brava	356
Figura 5-108 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico (UpH), Sector La Punta-La Brava	358
Figura 5-109 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava.....	359
Figura 5-110 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	360
Figura 5-111 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/mL), Sector La Punta-La Brava.....	361
Figura 5-112. Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector La Punta-La Brava.....	362
Figura 5-113. Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector La Punta-La Brava.....	363
Figura 5-114 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava	367
Figura 5-115 Variación Temporal: HCO ₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	368
Figura 5-116 Variación Temporal: NO ₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	369
Figura 5-117 Variación Temporal: SO ₄ en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	370
Figura 5-118 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	371
Figura 5-119 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	372
Figura 5-120 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	373
Figura 5-121 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	374
Figura 5-122 Diagrama de Piper, campaña Enero 2019, Sector LP-LB.....	375
Figura 5-123 Diagrama de Piper, campaña Febrero 2019, Sector LP-LB.....	376
Figura 5-124 Diagrama de Piper, campaña Marzo 2019, Sector LP-LB	377
Figura 5-125 Diagrama de Piper, campaña Abril 2019, Sector LP-LB	378
Figura 5-126 Diagrama de Piper, campaña Julio 2019, Sector LP-LB.....	379
Figura 5-127 Diagrama de Piper, campaña Octubre 2019, Sector LP-LB	380
Figura 5-128 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	383
Figura 5-129 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	384
Figura 5-130 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	385
Figura 5-131 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	386
Figura 5-132 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	389
Figura 5-133 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	390
Figura 5-134 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	391
Figura 5-135 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	395
Figura 5-136 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	396
Figura 5-137 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	397
Figura 5-138 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	398
Figura 5-139 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	399

Figura 5-140 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	400
Figura 5-141 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	401
Figura 5-142 Localización puntos de monitoreo Sector Peine	402
Figura 5-143 Diagrama de Caja, pH <i>in situ</i> histórico (UpH), Sector Peine	405
Figura 5-144 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica <i>in situ</i> histórico (µS/cm), Sector Peine.....	406
Figura 5-145 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/L), Sector Peine	408
Figura 5-146 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto OD <i>in situ</i> histórico (mg/L), Sector Peine	409
Figura 5-147 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in situ</i> histórico (°C), Sector Peine	410
Figura 5-148 Variación Temporal: pH, Temperatura, CE <i>in Situ</i> , Sector Peine	412
Figura 5-149 Variación Temporal: SDT y OD <i>in Situ</i> , Sector Peine	413
Figura 5-150 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico (UpH), Sector Peine	415
Figura 5-151 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector Peine.....	416
Figura 5-152 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	418
Figura 5-153 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/mL), Sector Peine.....	419
Figura 5-154 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Peine	421
Figura 5-155 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Peine	422
Figura 5-156 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	426
Figura 5-157 Variación Temporal: HCO ₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	427
Figura 5-158 Variación Temporal: NO ₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	428
Figura 5-159 Variación Temporal: SO ₄ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	429
Figura 5-160 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	430
Figura 5-161 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	431
Figura 5-162 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	432
Figura 5-163 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	433
Figura 5-164 Diagrama de Piper, Campaña Enero 2019 Sector Peine	434
Figura 5-165 Diagrama de Piper, Campaña Febrero 2019, Sector Peine.....	435
Figura 5-166 Diagrama de Piper, Marzo 2019, Sector Peine	436
Figura 5-167 Diagrama de Piper, Abril 2019, Sector Peine.....	437
Figura 5-168 Diagrama de Piper, Julio 2019, Sector Peine.....	438
Figura 5-169 Diagrama de Piper, Octubre 2019, Sector Peine	439
Figura 5-170 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	441
Figura 5-171 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	442
Figura 5-172 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	443
Figura 5-173 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	444
Figura 5-174 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	446
Figura 5-175 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	447
Figura 5-176 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	448
Figura 5-177 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	451
Figura 5-178 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	452
Figura 5-179 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	453
Figura 5-180 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	454
Figura 5-181 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	455
Figura 5-182 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine.....	456
Figura 5-183 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine	457
Figura 5-184 Localización puntos de monitoreo Sector Norte y Borde Este	458
Figura 5-185 Diagrama de Caja, pH <i>in situ</i> histórico (UpH), Sector Norte y Borde Este.....	460
Figura 5-186 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica <i>in situ</i> histórico (µS/cm), Sector Norte y Borde Este	462
Figura 5-187 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	463
Figura 5-188 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. <i>in situ</i> histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	465
Figura 5-189 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in Situ</i> histórico (T°C), Sector Norte y Borde Este	466
Figura 5-190 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE <i>in situ</i> , Sector Norte y Borde Este	468

Figura 5-191 Variación Temporal: SDT y OD in situ, Sector Norte y Borde Este	469
Figura 5-192 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico (UpH), Sector Norte y Borde Este	471
Figura 5-193 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector Norte y Borde Este	472
Figura 5-194 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	474
Figura 5-195 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/mL), Sector Norte y Borde Este	475
Figura 5-196 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Norte y Borde Este	476
Figura 5-197 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Norte y Borde Este	477
Figura 5-198 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	480
Figura 5-199 Variación Temporal: HCO ₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	481
Figura 5-200 Variación Temporal: NO ₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	482
Figura 5-201 Variación Temporal: SO ₄ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	483
Figura 5-202 Variación Temporal: Ca en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	484
Figura 5-203 Variación Temporal: K en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	485
Figura 5-204 Variación Temporal: Mg en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	486
Figura 5-205 Variación Temporal: Na en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	487
Figura 5-206 Diagrama de Piper, Campaña Enero 2019, Sector Norte y Borde Este	488
Figura 5-207 Diagrama de Piper, Campaña Febrero 2019, Sector Norte y Borde Este	489
Figura 5-208 Diagrama de Piper, Campaña Marzo 2019, Sector Norte y Borde Este	490
Figura 5-209 Diagrama de Piper, Campaña Abril 2019, Sector Norte y Borde Este	491
Figura 5-210 Diagrama de Piper, Campaña Julio 2019, Sector Norte y Borde Este	492
Figura 5-211 Diagrama de Piper, Campaña Octubre 2019, Sector Norte y Borde Este	493
Figura 5-212 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	495
Figura 5-213 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	496
Figura 5-214 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	497
Figura 5-215 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	498
Figura 5-216 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	500
Figura 5-217 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	501
Figura 5-218 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	502
Figura 5-219 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	504
Figura 5-220 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	505
Figura 5-221 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	506
Figura 5-222 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	507
Figura 5-223 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	508
Figura 5-224 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	509
Figura 5-225 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este	510
Figura 5-226: Diagrama de caja calidad química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)	514

Figura 5-227 Variación temporal de Calcio, Litio y Magnesio en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro	515
Figura 5-228 Variación temporal de Potasio, Sodio y Sulfato en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro	516
Figura 5-229 Áreas de Extracción A1 y A2 de Albemarle.....	519
Figura 5-230 Caudales Promedios Mensuales en Salmuera de Albemarle por Zona Año 2019	523
Figura 5-231 Extracción Mensual de Salmuera de Albemarle Periodo 1983 - 2019 (Extracción Zonas A1 + A2)	524
Figura 5-232 Volumen Anual y Caudal Medio Anual en Salmuera de Albemarle, entre 1983 y 2019	525
Figura 5-233 Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Tilopozo (L/s)	527
Figura 5-234 Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Tucúcaro (L/s).....	527
Figura 5-235 Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Peine (L/s)	528
Figura 5-236 Caudal Extraído desde Tilopozo y Tucúcaro Durante 2019.....	528
Figura 5-237 Niveles Punto de Monitoreo PN-05B	530
Figura 5-238 Niveles Punto de Monitoreo PN-08A	531
Figura 5-239 Niveles Punto de Monitoreo PN-14B	531
Figura 5-240 Niveles Punto de Monitoreo PN-16B	532
Figura 5-241 Niveles Punto de Monitoreo BA-05.....	534
Figura 5-242 Niveles Punto de Monitoreo BA-07.....	535
Figura 5-243 Niveles Punto de Monitoreo BA-16.....	535
Figura 5-244 Niveles Punto de Monitoreo BA-28.....	536
Figura 5-245 Niveles Punto de Monitoreo BA-30.....	536
Figura 5-246 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-5.....	538
Figura 5-247 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L5-10.....	539
Figura 5-248 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L4-12.....	539
Figura 6-1 Comparación niveles simulados versus observados en pozos PAT	550
Figura 6-2 Evolución de nivel en relación a la evaporación en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava	561
Figura 6-3 Evolución de nivel en relación a la precipitación mensual en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava	561
Figura 6-4 Evolución de nivel en relación a la evaporación en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava	562
Figura 6-5 Evolución de niveles profundos en relación a la precipitación mensual en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava	563
Figura 6-6 Evolución de niveles profundos próximos a pozo Tilopozo. Sistema La Punta-La Brava.....	564
Figura 6-7 Evolución niveles piezómetros someros próximos a pozo Tucúcaro. Sistema La Punta-La Brava	565
Figura 6-8 Evolución niveles piezómetro somero próximo a pozo Tilopozo. Sistema La Punta-La Brava.....	565
Figura 6-9 Evolución de niveles en las lagunas del sistema La Punta-La Brava	566
Figura 6-10 Evolución histórica de superficie lagunar sistema La Punta- La Brava.....	567
Figura 6-11 Evolución de nivel frente conductividad eléctrica en lagunas sistema La Punta-La Brava.....	568
Figura 6-12 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre en el borde Este. Sistema Peine.	570
Figura 6-13 Evolución de niveles en relación a la precipitación mensual. Sistema Lagunar Peine.	571
Figura 6-14 Evolución de niveles en relación a la evaporación. Sistema Lagunar Peine.	571
Figura 6-15 Evolución de niveles en el sector de la laguna Interna. Sector Peine.....	572
Figura 6-16 Evolución de niveles profundos, salmuera. Sector Peine.	573
Figura 6-17 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine.	574
Figura 6-18 Evolución histórica de Caudales Aforados Sistema Peine.....	575
Figura 6-19 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Peine vs Precipitación mensual	576

Figura 6-20 Evolución de niveles de pozos de aguas someras, salobres, al Sur del Sistema Aguas de Quelana	579
Figura 6-21 Evolución de niveles de aguas superficiales versus precipitación. Sistema Aguas de Quelana	580
Figura 6-22 Evolución de niveles de aguas superficiales versus evaporación. Sistema Aguas de Quelana.	580
Figura 6-23 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Aguas de Quelana.....	581
Figura 6-24 Evolución de nivel en piezómetros de salmuera próximos al Sistema Soncor	584
Figura 6-25 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor	585
Figura 6-26 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Soncor	586
Figura 6-27 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo.	588
Figura 6-28 Evolución de la Evapotranspiración en relación a los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo	590

INDICE TABLAS

Tabla 2-1 Proyectos y RCA consideradas en el Informe	22
Tabla 2-2 Componentes y Variables Ambientales que se reportan.....	24
Tabla 2-3 Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT	28
Tabla 2-4 Identificación de Considerandos en las RCAs.....	30
Tabla 2-5 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5	33
Tabla 2-6 Responsables de Mediciones, Muestreo y/o Análisis.....	35
Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros	42
Tabla 4-2 Estaciones Meteorológicas	51
Tabla 4-3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración.....	53
Tabla 4-4 Vértices de los polígonos usados para evaluar superficie lagunar	55
Tabla 4-5 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava	60
Tabla 4-6 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Peine	64
Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Norte y Borde Este	68
Tabla 4-8 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo	71
Tabla 4-9 Pozos de Bombeo Actuales 2019.....	74
Tabla 4-10 Umbrales de activación año calendario 2019.....	80
Tabla 4-11 Niveles de activación hídrico en el sector de alerta Acuífero	82
Tabla 4-12 Cotas de Activación del Sector de alerta Norte	84
Tabla 4-13 Equipos de Estación Meteorológica.....	86
Tabla 4-14 Características domos utilizados para la medición de la EVT en 2019.....	88
Tabla 4-15 Equipos y materiales complementarios al uso de domos.....	88
Tabla 4-16 Factor de corrección por forma.....	92
Tabla 4-17 Materiales y Equipos para la medición de parámetros <i>in situ</i>	106
Tabla 4-18 Especificaciones técnicas equipo multiparámetro HI 98194	107
Tabla 4-19 Materiales y Equipos para la Toma de Muestras	107
Tabla 4-20 Materiales y Equipos para almacenamiento y Traslado de muestras	108
Tabla 4-21 Características de preservación de muestras	108
Tabla 4-22 Criterio estabilización de parámetros <i>in situ</i> para el muestreo de aguas	110
Tabla 4-23 Métodos de análisis en laboratorio	110
Tabla 4-24 Materiales y Equipos para la medición de Volúmenes Bombeados.....	113
Tabla 4-25 Fechas de Muestreo y Medición durante el año 2019.....	115
Tabla 4-26 Fechas de Muestreo y Medición adicionales asociadas a Activación Fase I PAT Sector alerta Norte 2019.....	115
Tabla 5-1 Precipitación Diaria PP (mm) en Estación EM-Rockwood, año 2019	119
Tabla 5-2 Presión Atmosférica Diaria (mbar) en Estación EM-Rockwood, año 2019	120
Tabla 5-3 Temperatura Máxima Diaria (°C) en Estación EM-Rockwood, año 2019	121
Tabla 5-4 Temperatura Mínima Diaria (°C) en Estación EM-Rockwood, año 2019	122
Tabla 5-5 Evaporación Diaria (mm), en Estación EM-Rockwood, año 2019.....	123
Tabla 5-6 Estaciones meteorológicas y Precipitaciones Medias (mm).....	127
Tabla 5-7 Resultados de Evapotranspiración (mm/d) – Año 2019	133
Tabla 5-8 Resultados de Superficies cubiertas por lagunas estimadas a través de imágenes satelitales (Pleiades-1A y Landsat 8) y datos obtenidos en el monitoreo 2019 (invierno y verano), respecto de los registros de línea de base (Adenda 5, 2015)	142
Tabla 5-9 Resultados de Niveles Limnimétricos, Sector La Punta-La Brava	161
Tabla 5-10 Resultados de Niveles Limnimétricos, Sector Peine	165
Tabla 5-11 Resultados de Niveles Limnimétricos, Sector Norte y Borde Este	170
Tabla 5-12 Caudales aforados 2019.....	173
Tabla 5-13 Pozos por zonas en Sector La Punta-La Brava.....	178
Tabla 5-14 Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava.....	179
Tabla 5-15 Resultados de Niveles en Sector Peine.....	197
Tabla 5-16 Pozos por zonas en Sector Peine.....	202
Tabla 5-17 Resultados de niveles en Sector Norte y Borde Este	207

Tabla 5-18 Resultados de Niveles en Sector Núcleo	211
Tabla 5-19 Pozos por zona en Sector Núcleo	220
Tabla 5-20 Puntos que miden Posición de la Interfase Salina	235
Tabla 5-21 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C, Campañas de Enero a Abril 2019	237
Tabla 5-22 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C, Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	238
Tabla 5-23 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C. Campañas de Enero a Abril 2019	239
Tabla 5-24 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	240
Tabla 5-25 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019	241
Tabla 5-26 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	243
Tabla 5-27 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019	245
Tabla 5-28 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	247
Tabla 5-29 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-06C. Campañas de Enero a Abril 2019	249
Tabla 5-30 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-06C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	251
Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C. Campañas Enero a Abril 2019	253
Tabla 5-32 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	255
Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019	272
Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	274
Tabla 5-35 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019.....	277
Tabla 5-36 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	278
Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC. Campañas de Enero a Abril 2019	279
Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	281
Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019.....	282
Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	284
Tabla 5-41 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019.....	286
Tabla 5-42 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	288
Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019.....	290
Tabla 5-44 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	292
Tabla 5-45 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C. Campañas de Enero a Abril 2019	310
Tabla 5-46 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019.....	312
Tabla 5-47 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Enero 2019 (1/4)	320
Tabla 5-48 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Febrero 2019 (1/4)	324
Tabla 5-49 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Marzo 2019 (1/4)	328
Tabla 5-50 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Abril 2019 (1/3)	332
Tabla 5-51 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2019 (1/3)	335
Tabla 5-52 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2019 (1/4)	338
Tabla 5-53 Clasificación de los tipos de agua.....	342
Tabla 5-54 Resultados Calidad Química de pozo Peine año 2019	512
Tabla 5-55 Resultados Calidad Química de pozo Tilopozo año 2019.....	512
Tabla 5-56 Resultados Calidad Química de pozo Tucúcaro año 2019	513
Tabla 5-57 Estadígrafos, Calidad Química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)	513
Tabla 5-58 Caudales y Volúmenes Bombeados en Pozos de Salmuera Año 2019.....	520
Tabla 5-59 Caudales y Volúmenes Bombeados Pozos de Agua Dulce-Salobre, año 2019	526

Tabla 5-60 Umbrales de Activación para el Cuarto Año de Explotación (2019).....	529
Tabla 5-61 Umbrales de Activación Sector Alerta Acuífero	533
Tabla 5-62 Cotas de Activación del Sector de alerta Norte	537
Tabla 5-63 Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT	543
Tabla 6-1 Superficie cubiertas por Lagunas	545
Tabla 6-2 Regla de extracción aprobada, RCA N° 21/2016	555
Tabla 6-3 Series de Precipitaciones Anuales (mm)	556
Tabla 6-4 Precipitación Anual para diferentes probabilidades de excedencia	557
Tabla 6-5 Precipitación Anual Año 2019 (mm)	558
Tabla 6-6. Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT.....	592
Tabla 6-7: Detalles planilla SMA de Caudales Superficiales 2019	595
Tabla 6-8: Detalles planilla SMA de Niveles de Agua “LIMNIMETROS” 2019	595
Tabla 6-9: Detalles planilla SMA de Niveles de Agua “POZOS” 2019.....	596
Tabla 6-10: Detalles planilla SMA de Calidad de Aguas 2019	597

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A: Variables Meteorológicas

Registro Anexo A Variables Meteorológicas (1970-2019)

Anexo A-1: Datos en escala diaria estación meteorológica de Albemarle (2009-2019)

Anexo A-2: Datos en escala mensual estación meteorológica de Albemarle (2002-2019)

Anexo A-3: Datos en escala mensual de estaciones DGA (PP mensuales 1970-2019)

Anexo A-4: Datos en escala mensual de estaciones de terceros (PP mensuales 1970-2019)

Planilla Anexo A Variables Meteorológicas (1970-2019).xlsx

Anexo B: Evapotranspiración

Registro Anexo B Evapotranspiración (2013-2019)

Planilla Anexo B Evapotranspiración (2013-2019).xlsx

Anexo C: Superficie cubierta por Lagunas

Anexo C: Informe “Superficie cubierta por Lagunas”

Registro Anexo C Superficie cubierta por Lagunas (1985-2019)

Planilla Anexo C Superficie cubierta por Lagunas (1985-2019).xlsx

Anexo D: Nivel Limnimétrico de las Lagunas

Registro Anexo D Nivel Limnimétrico de las Lagunas (2016-2019)

Anexo D-1: Registro Limnímetros (2016-2019)

Anexo D-2: Registro Estacas (2016-2019)

Planilla Anexo D Nivel Limnimétrico de las Lagunas (2016-2019).xlsx

Anexo E: Caudales Superficiales

Registro Anexo E Caudales Superficiales (2014-2019)

Planilla Anexo E Caudales Superficiales (2014-2019).xlsx

Anexo F: Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre

Registro Anexo F Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre (1985-2019)

Planilla Anexo F Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre (1985-2019).xlsx

Anexo G: Posición de la Interfase Salina

Registro Anexo G Posición de la Interfase Salina (2013-2019)

Planilla Anexo G Posición de la Interfase Salina (2013-2019).xlsx

Anexo H: Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea

Registro Anexo H: Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea (2013-2019)

Anexo H-1: Calidad Química In-situ (2013-2019)

Anexo H-2: Calidad Química Laboratorio (2013-2019)

Anexo H-3: Certificados emitidos por ETFA

Anexo H-4: Registros de Calibración diaria del equipo multiparamétrico

Anexo H-5: Registros Estabilización de parámetros In-situ

Anexo H-6: Cadena de custodia

Anexo H-7: Registro de Ajuste de Datos Históricos Fuera de Rango

Planilla Anexo H Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea (2013-2019).xlsx

Anexo I: Calidad química de pozos de extracción agua dulce-salobre

Registro Anexo I Calidad química de pozos de extracción agua dulce-salobre (2003-2019)

Planilla Anexo I Calidad química de pozos de extracción agua dulce-salobre (2003-2019).xlsx

Anexo J: Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce-salobre

Registro Anexo J Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce (1983-2019)

Planilla Anexo J Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce-salobre (1983-2019).xlsx

Anexo K: Libreta de terreno

Anexo L: Registro de Permiso de Terceros

Anexo M: Respaldo Resoluciones, Ordinarios y Cartas

Anexo N: Responsables y Participantes del Informe Anual de Seguimiento Ambiental

LISTADO DE ANEXOS FORMATO SMA (RES 894/2019)

Caudales Superficiales, aforos.

2019_SMA_PlanillaCaudalAguaSuperficial_Res SMA 894_2019_AFORO_18032020_VF.xlsx

Niveles de Aguas (pozos y limnímetros)

2019_SMA_PlanillaNivelAgua Subterranea_Res SMA 894_2019_NÚCLEO_19032020.xlsx

2019_SMA_PlanillaNivelAguaSubte_Res SMA 894_2019_NÚCLEO ACTUAL_19032020.xlsx

2019_SMA_PlanillaNivelAguaSubterranea_Res SMA 894_2019_LPLB_18032020.xlsx

2019_SMA_PlanillaNivelAguaSubterranea_Res SMA 894_2019_NyBE_18032020.xlsx

2019_SMA_PlanillaNivelAguaSubterranea_Res SMA 894_2019_PEINE_18032020.xlsx

Caudales de Bombeo

2019_SMA_PlanillaCaudalAguaSubt_Res SMA 894_2019_BOMBEO_26.03.2020_VF.xlsx

Calidad de Aguas (superficial y subterránea)

2019_SMA_CalidadAguaSupYSub-LPLB 17-03-2020_VF.xlsx

2019_SMA_CalidadAguaSupYSub-NyBE 26-03-2020_VF.xlsx

2019_SMA_CalidadAguaSupYSub-Peine 26-03-2020_VF.xlsx

2019_SMA_Planilla Calidad Agua 3 Pozos Bombeo_Res SMA 894_2019_26.03.2020_VF.xlsx

Estratigrafía y perfiles de habilitación.

20191231_Listado_puntos_subte PSAH_Res894 a Dic_2019.xlsx

20200323_Reportabilidad 894 pozos ProducciónALB_Salar a Dic-19.xlsx

2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema LPLB.pdf

2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema NyBE.pdf

2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema Peine.pdf

2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_ Sistema Núcleo Actual.pdf

2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_ Sistema Núcleo.pdf

1 RESUMEN

El presente documento corresponde al **Informe Anual N° 4 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (en adelante PSAH)**, el cual forma parte de las obligaciones ambientales del titular Albemarle (en adelante ALB), derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental N° 21 de fecha 20 de enero del 2016 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta, en adelante RCA N° 21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

Específicamente, el PSAH da cumplimiento a lo establecido en el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua); Considerando N° 10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de otras RCA como aquellos establecidos en el Considerando 2.3.1.3. de la R.E. N° 165 de fecha 14 de octubre del 2003 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, que modificó la R.E. N° 092 de fecha 31 de mayo del 2000 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta que aprobó el proyecto “Construcción de Pozas de Evaporación Solar”, y lo establecido en el Resuelvo 4 de la R.E. N° 3132 de fecha 28 de noviembre del 2006 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, correspondiente a la autorización ambiental que aprobó el proyecto “Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar”.

El PSAH es un compromiso ambiental aplicable para las Fases de Operación y Cierre del Proyecto, iniciando la fase de operación con fecha 28 de septiembre de 2016¹, razón por la cual se genera el presente Informe N° 4 de PSAH, el que entrega información de monitoreo del año N°4, año calendario 2019.

En este informe se recopilan los resultados del monitoreo de 9 variables ambientales, donde cada una de éstas tiene uno o más de los siguientes objetivos de medición:

- Monitorear el sistema hidrológico e hidrogeológico general;
- Realizar un análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2019 con respecto a la data histórica existente;
- Realizar un análisis integrado de las variables que corresponda, de manera de prever el comportamiento en el sistema, tanto del Núcleo, Zona Marginal, como acuífero y principalmente en los objetos de protección;

¹ El inicio de la fase de operación fue informado con una semana de anticipación a la SMA con Carta MA 012.2016, recepcionada con fecha 21.09.2016, SMA Cod.50067.

- Verificar el comportamiento previsto del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas como a los efectos de la explotación del Proyecto en los puntos del PAT;
- Realizar un seguimiento sobre variables de referencia ubicados en sectores vecinos no influenciados, lejanos al área de explotación de Albemarle.

Las variables monitoreadas son:

1. Variables Meteorológicas
2. Evapotranspiración
3. Superficie Cubierta por Lagunas
4. Nivel Limnimétrico de las Lagunas
5. Caudales superficiales
6. Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre
7. Posición de la Interfase Salina
8. Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea
9. Caudales bombeados de salmuera y de agua dulce-salobre

Las variables ambientales indicadas anteriormente, se presentan agrupadas en cuatro sectores de la cuenca, con ello se busca facilitar la interpretación de los valores, denominados:

- Sector La Punta-La Brava
- Sector Peine
- Sector Norte y Borde Este
- Sector Núcleo

Adicional a lo anterior, se destaca que el presente PSAH incluye el reporte de los puntos de activación del Plan de Alerta Temprana (PAT) con respecto a los umbrales establecidos en el Considerando N° 10.18 de la RCA N° 21/2016, el que a su vez remite al Capítulo 4 del Anexo 3 de la Adenda 5; el cual permite detectar anticipadamente, en el tiempo y el espacio, desviaciones del nulo efecto pronosticado sobre los objetos de protección (sistemas lagunares).

En relación al estado del PAT, este año 2019 se activó el PAT Sector Alerta Norte como consecuencia de la activación del Plan de Contingencia de SQM, en adelante PC de SQM, a través de Resolución SMA RE MNZ N°87 del 26 de diciembre de 2018 y a través de Resolución SMA RE AFTA N°001/2019 del 10 de enero 2019. Ambas cartas daban aviso de incidentes ambientales, en los pozos de SQM: L5-10, L2-7 y L1-3 indicados en la primera carta; y para el pozo L4-12 en la última carta, con niveles medidos por debajo de los umbrales de activación para la Fase I de PC de SQM. Cabe señalar que, de los pozos

reportados por SQM en las comunicaciones mencionadas, sólo los pozos L4-12 y L5-10 forman parte de la red de pozos incluida en el PAT Sector Alerta Norte de ALB.

Una vez informada la activación Fase I del PAT Sector alerta Norte, Albemarle procedió al desarrollo de las acciones y medidas para dar cumplimiento al requerimiento recogido en el Considerando 10.18 de la RCA N°21/2016, descrito en el Capítulo 4 del Anexo 3 del Adenda N°5 del EIA “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, (“el Anexo 3”), y en particular para el denominado “Sector de alerta Norte”, que se encuentra contenido en el numeral 4.5 del citado Anexo 3, donde se establecen las siguientes medidas Fase I:

- a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses
- b) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
- c) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados

Con respecto a la acción preventiva a), se aumentó la frecuencia de monitoreo durante los meses de febrero, marzo y abril de 2019 en las variables y frecuencia indicadas en la Tabla 2-3 de este informe. En el caso de la acción preventiva b), se entregó a la autoridad ambiental, en forma mensual durante todo el periodo de activación, todos los datos brutos de monitoreo del PSAH en formato de hoja de cálculo. Dicha información ha quedado respaldada por todas las cartas entregadas a la Autoridad durante los meses de febrero a septiembre de 2019. En Anexo M de este Informe Anual se entrega el Respaldo de todas estas cartas.

Finalmente, en el caso de la acción preventiva c), se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega de resultados con fecha 04 de julio de 2019 a la SMA, dando cumplimiento al numeral 10.20 de la RCA N° 21/2016.

Es importante indicar que, el 20 de mayo de 2019, se recibió información solicitada por Ley de Transparencia, del estado a dicha fecha de la situación del *Plan de Alerta Temprana en Fase I sector Soncor y Aguas de Quelana de SQM Salar S.A.*, donde se observó que los puntos activados L1-5 (en 2018), L4-12 y L 5-10 (en 2019) ya se encontraban fuera de la Fase I de activación, con lo que la frecuencia de reporte de la información registrada por ALB volvió a ser la de frecuencia normal (mensual y trimestral, respectivamente).

En el presente informe anual N°4 se da cuenta del cumplimiento de las acciones preventivas a) y b) mediante la entrega de los antecedentes asociados al monitoreo adicional de las variables niveles freáticos, calidad de agua del acuífero y las lagunas; y posición de la Interfase Salina.

Se considera relevante indicar que los monitoreos de todas las variables que se encuentran dentro de los alcances específicos autorizados² por la SMA fueron realizados con Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, en adelante ETFA, cumpliendo así con lo señalado por la autoridad ambiental. Además, la elaboración de este informe considera las instrucciones generales sobre la elaboración de informes de seguimiento ambiental dictado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en su R.E. N° 223/2015.

Junto con lo anterior, se tiene que la entrega de los archivos y planillas de los Anexos contienen datos en el formato de lo establecido por la SMA en la Resolución Exenta de la Superintendencia de Medio Ambiente N°894/2019, la cual entró en vigencia el 27 de septiembre del año 2019. En cuanto a la temporalidad de la información entregada en este formato, se tiene que corresponde al período aplicable del presente informe Anual, es decir, monitoreo del año 2019.

Respecto a las variables ambientales comprometidas en el PSAH, se puede resumir lo siguiente:

En relación a las Variables Meteorológicas, la “EM-Rockwood” perteneciente a Albemarle, registró durante el 2019 datos de: precipitación [mm], presión atmosférica [mbar], temperatura atmosférica máximas y mínimas (°C); y evaporación en lámina libre (mm).

En cuanto a los registros monitoreados de la precipitación diaria, se observa que, la estación meteorológica EM-Rockwood registró en el año 2019 una precipitación total anual de 48,2 mm/año, correspondiente a un año húmedo, equivalente a 13% de Prob. Excedencia del registro histórico (Tabla 6-4 de análisis de frecuencia para 5 estaciones del Salar).

Durante el año 2019, ocurrieron eventos mayores de precipitación diaria entre el 26 de enero y 9 de febrero, lo cual se explica con el fenómeno climático conocido como “invierno altiplánico” (andino o boliviano), presentando registros máximos diarios de hasta 14 mm el 31 de enero y de 13,1 mm el 26 de enero. El año 2019 (48,2 mm) ha sido el tercer año mas lluvioso desde que se tiene registro, después del año 2001 (85,9 mm) y del año 2017 (65,7 mm).

El registro histórico de presión atmosférica diaria, variable que comenzó a ser medida en mayo de 2016, es corto, sin embargo se puede observar que esta variable presenta un

² De acuerdo a lo indicado por la SMA, aquellas actividades que no estén incluidos en los alcances de las ETFA autorizadas, podrán continuar desarrollándose de manera transitoria por empresas que cumplan con la R.E. N° 37/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que “Dicta e instruye normas de carácter general sobre Entidades de Inspección Ambiental y validez de reportes” (disponible en <http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/Home/Documentos>), hasta que la SMA autorice a ETFA en dichos alcances. Respecto de aquellos alcances que involucren actividades muestreo, medición y/o análisis, para los que no existan empresas acreditadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), ni autorizadas por organismos de la administración del Estado (R.E. N° 37/2013 SMA), podrán seguir siendo ejecutados por las empresas que lo han realizado hasta ahora.

comportamiento estacional, en el cual los valores máximos se registran entre los meses de junio y agosto; y los mínimos entre noviembre a marzo.

En cuanto a las temperaturas extremas diarias medidas durante el año 2019, presentaron variación estacional, siendo las máximas temperaturas las registradas en temporada de verano (diciembre a marzo), con valores cercanos a los 36°C, y las mínimas en invierno (junio y agosto) cercanas a los -2°C.

Respecto al registro de evaporación en lámina libre, se aprecia una variación estacional, donde las mayores tasas de evaporación se midieron entre los meses de diciembre a febrero (verano) y los valores mínimos, entre los meses de junio y agosto (invierno). Estos resultados son acordes con las variaciones de temperatura entre las distintas estaciones del año. En el año 2019 se observa que los valores de evaporación diaria son estables en relación con el año 2018 y que ambos años, presentan valores máximos de evaporación diaria mayores en comparación con los registros de años anteriores, específicamente en los meses de enero y diciembre, donde las tasas alcanzaron los 19,2 mm/d y 19 mm/d, respectivamente. También es relevante destacar que, en los meses de invierno del 2019 hubo una menor tasa de evaporación diaria con respecto a los registros de años anteriores, a excepción del dato registrado en junio del 2013 (0,3 mm/d), siendo el mínimo de 2,2 mm/d, el 08 de septiembre del 2019. Cabe destacar que, la EV diaria mínima durante el transcurso del año 2019 ocurrió el 08 de febrero siendo igual a 0,11 mm/d. La RCA N° 21/2016 en su Considerando N° 7, no indica nivel o límite comprometido para esta variable.

En relación a la variable Evaporación y Evapotranspiración (“EVT”), durante el año 2019 fue medida con frecuencia trimestral en 22 puntos instalados en el área del Salar, a través del método del domo³. Actualmente, el titular se encuentra en periodo de marcha blanca de los lisímetros ya instalados e informados a la SMA a través de carta del 07 enero del 2019 con la “Construcción de 11 lisímetros a lo largo del Salar de Atacama”, y carta a SMA del 15 de julio de 2019, con el Informe “Finalización de Implementación de la Red de Monitoreo PSA, según RCA N°21/2016”, con el detalle de la construcción de los 11 lisímetros.

Los resultados obtenidos para EVT en el Sector La Punta-La Brava se encuentran dentro de su rango histórico, EVT-20, EVT-21 y EVT-22, con valores máximos en marzo, de 0,820 mm/d, 0,572 mm/d y 1,038 mm/d respectivamente. Los valores mínimos, en general, se presentaron en el mes de agosto. Para las estaciones de este sector, en general, la EVT se mueve en los mismos rangos de los últimos 3 años, con variaciones estacionales. La estación EVT-19, más cercana al Núcleo y que corresponde a un punto medido en la lámina

³ Las actividades de puesta en marcha de los lisímetros aun se encuentra en período de marcha blanca.

de agua de la laguna, presenta mayores valores de evaporación de manera consistente, con valor mínimo en agosto (tasa EVT de 1,854 mm/d), y valor máximo en diciembre (tasa EVT de 3,842 mm/d).

Para el sector Peine, la tasa de EVT registrada en 2019, particularmente en agosto, presenta los valores mínimos históricos, para los puntos EVT-15, EVT-16 y EVT-17, considerando todo el registro. Para el resto de los meses, las tasas de EVT se encuentran dentro de los rangos de variabilidad histórica. El rango de variación promedio en 2019 corresponde a una tasa promedio mínima de EVT de 0,021 mm/d (EVT-15, en agosto 2019) y una tasa promedio máxima de 0,892 mm/d (EVT-23, en marzo 2019). La estación EVT-18, corresponde a un punto en el espejo de agua de la laguna Interna y, dada su ubicación, el rango de sus registros es mayor y consistente con los demás puntos del mismo sector, presentando en 2019 valores dentro de la variabilidad natural e histórica. El valor máximo registrado corresponde al mes de diciembre (de la misma manera que en 2018), con una tasa promedio diaria de 4,653 mm/d.

Respecto a los resultados del sector Norte y Borde Este, todas las estaciones presentaron valores similares, cuyos valores de tasa promedio se registraron en un rango definido por 0,050 mm/d (EVT-1 en junio) y 0,853 mm/d (EVT-12 en agosto). La excepción a lo anterior esta dada por la estación EVT-4, que mostró un alza en sus valores calculados (en base a valores registrados de densidad de vapor) de hasta 2,837 mm/d en diciembre y 2,604 mm/d en marzo 2019, muy similares a lo calculado en la estación de laguna EVT-5 (espejo de agua de la laguna Tebinquiche) con una tasa promedio marzo de 3,760 mm/d.

La RCA N° 21/2016 en su Considerando N° 7, no indica nivel o límite comprometido para esta variable.

En relación al monitoreo de Superficie Cubierta por Lagunas, correspondientes a los sistemas lagunares La Punta-La Brava, Peine, Soncor y Aguas de Quelana, éstos fueron monitoreados en temporada de invierno (agosto) y en temporada de verano (diciembre).

Para ambas campañas, de invierno y verano, se cuenta con dos resultados para cada laguna, obtenidos de distintas fuentes: (1) Sensor Pleiades de alta resolución y (2). Sensor Landsat 8 de media resolución, lo cual tiene como objetivo generar una correlación y continuidad con las imágenes históricas Landsat disponibles de la zona.

Las superficies lagunares estimadas en este monitoreo desde imágenes de alta resolución, en invierno de 2019 correspondieron a: (1) 52,8 ha en La Punta y La Brava, (2) 86,7 ha en Peine, (3) 57,8 ha en Aguas de Quelana, y (4) 232,9 ha Soncor; y para verano de 2019 las superficies son: (1) 62,7 ha en La Punta y La Brava, (2) 101,7 ha en Peine, (3) 39,8 ha en Aguas de Quelana y (4) 216,5 ha Soncor.

Las superficies lagunares estimadas en este monitoreo desde imágenes de media resolución, en invierno de 2019 correspondieron a: (1) 53,8 ha en La Punta y La Brava, (2) 85,1 ha en Peine, (3) 40,9 ha en Aguas de Quelana, y (4) 234,3 ha Soncor; y para verano de 2019 las superficies son: (1) 57,7 ha en La Punta y La Brava, (2) 107,8 ha en Peine, (3) 49,9 ha en Aguas de Quelana y (4) 248,2 ha Soncor.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA N° 21/2016 es *“Mantener superficie sobre mínimo histórico”*, se indica que para todos los sistemas lagunares, ya sea utilizando imágenes de alta o media resolución, las áreas cubiertas por lagunas se encuentran sobre los mínimos históricos.

En general, en ambos tipos de imágenes, y para todos los sectores se presenta una tendencia hacia un aumento de los valores en la temporada de verano, que se sostiene desde la temporada de precipitaciones o invierno altiplánico de 2019 (evento excepcional). Esta condición podría mantenerse según el estado de las precipitaciones para el año 2020. Las variables que afectan al régimen lagunar son principalmente la evaporación y las precipitaciones, observando que tiene efecto en la superficie ocupada por las lagunas durante los siguientes 6 meses e incluso 1 año, siendo la causa principal de la extensión de estos cuerpos de agua.

En relación a las mediciones del Nivel limnimétrico de las lagunas, se cuenta con una red de monitoreo mensual corresponde a 16 limnímetros⁴, y a 4 estacas instaladas en junio 2016. En relación al comportamiento histórico de éstas, en general, los puntos de medición presentan oscilaciones cíclicas estacionales en sus niveles, con máximos en los meses de invierno y mínimos en los meses de verano, destacando en 2019 el pronunciado ascenso de las cotas en el mes de febrero, producto de los eventos de precipitación.

Para el sector La Punta-La Brava, las variaciones anuales del nivel durante el 2019 se mantienen en torno a los 10 cm para la mayoría de los puntos. En cuanto a la amplitud de los registros, en el caso particular del punto LM-02 (laguna La Punta), éste presentó la amplitud máxima con 16,6 cm entre enero y febrero de 2019, lo que se debió a las lluvias de febrero. En el caso del limnómetro LM-16 (Tilopozo), éste también presenta la misma oscilación natural, con amplitud de 14,5 cm, debido también a las lluvias de febrero.

En el sistema Peine durante el 2019, se observó un comportamiento más heterogéneo entre los distintos puntos de medición. Se tiene que los puntos de monitoreo LM-07 y LM-08 (laguna Saladita) tienen una variación muy menor, a diferencia de los puntos de monitoreo LM-05 y LM-06 (laguna Salada), que registran mayor variación, sin alcanzar los 10 cm

⁴ Limnómetro original LM-15 fue construido como piezómetro somero, denominado como BA-31.

aproximadamente. En cambio, los limnímetros LM-09 y LM-10 (laguna Interna) presentan fuertes ascensos, con diferencia de casi 30 cm en ambos puntos, debido a las precipitaciones registradas en febrero. Las cotas más bajas del nivel de agua registradas en el sector corresponden a las del limnómetro LM-17, debido a que este limnómetro se sitúa a un kilómetro al noroeste de la laguna Interna, en la zona de avance de ésta y más cercano a la zona del Núcleo del Salar. También se observa un comportamiento histórico estacional de su nivel de agua. Si bien este punto tiene un registro que no es continuo, ya que estacionalmente está seco y en otras ocasiones ha sido imposible el acceso por las lluvias, presenta la mayor variabilidad anual de niveles, con un gran aumento de su nivel (cotas) a fines de 2019.

Finalmente, el sector Norte y Borde Este registra un comportamiento similar en todos sus puntos de monitoreo, con sincronía en los descensos y aumentos de niveles en los puntos ubicados en cada sistema lagunar (descensos en verano y recuperación en invierno), manteniendo una tendencia general estable en su comportamiento histórico. Se presentan con poca variabilidad a lo largo del año 2019, de hasta sólo 5 cm en todos los puntos de monitoreo.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, según lo previamente mencionado, para el año 2019 se observan variaciones que se mantienen dentro de los rangos de oscilación natural (2016-2019) y con fuertes ascensos en febrero 2019 producto de las precipitaciones.

En relación a los aforos trimestrales de Caudales Superficiales, los puntos de medición se ubican principalmente en el sistema lagunar Peine, conformado por las lagunas Salada, Saladita e Interna, monitoreado mediante aforos de caudales superficiales en 4 puntos ubicados a lo largo del sistema lagunar desde aguas arriba a aguas abajo, desde AFP-01 hasta AFP-04, en el sentido sureste – soroeste. Además, en este sector también se monitorean los caudales en dos puntos ubicados en vertientes provenientes de la cordillera, denominados Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine.

En la línea de la variación espacial de los caudales, se puede indicar que los mayores caudales aforados se presentan en la entrada del sistema lagunar Peine, siendo la mediana para el punto AFP-01 de 43,5 L/s, y los caudales van disminuyendo hacia el punto AFP-04 con una mediana de 24,69 L/s.

Respecto a los puntos específicos, se tiene que las estaciones de aforo AFP-01 y AFP-02, en general, muestran valores menores a los registrados en 2018, con mínimos en el año registrados en diciembre 2019, de 30,72 L/s y 17,24 L/s respectivamente, pero dentro de los registros históricos y manteniendo la tendencia.

En el caso de AFP-03, se tiene un sólo dato de terreno en junio de 2019 de 23,43 L/s, debido a que en la época de reproducción de los flamencos no siempre se tiene acceso al lugar. Este valor es muy similar a los registrados en 2018 y se encuentra dentro rango histórico para las mediones de este punto. Para AFP-04, se tienen caudales más variables, con un caudal máximo en junio del 2019 (31,93 L/s) y mínimo en diciembre del mismo año (9,38 L/s). Se evidencian ciertas recuperaciones o afloramientos entre AFP-03 y AFP-04, lo que estaría mostrando un comportamiento distinto a la dinámica de flujo esperada en los canales del sistema Peine. Lo anterior, podría suponer que el punto AFP-04 no es representativo del sistema Peine (canales y lagunas), en cuanto al comportamiento de sus caudales, ya que estos han sido variables y no han mostrado consistencia, considerando el comportamiento de los otros 3 puntos ubicados aguas arriba, en el periodo de monitoreo registrado (4 años)..

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener los caudales dentro de su variación histórica*”; conforme a las mediciones, se concluye que las variaciones en los valores de caudales superficiales se mantienen dentro de su variación histórica, a excepción del AFP-04 que además de mostrar un comportamiento diferente al resto de puntos de medición de caudal, mostró un mínimo histórico en noviembre de 2019 (9,22 L/s), más bajo que el de diciembre del 2018.

En relación a los Niveles Freáticos en Salmuera y/o en Agua dulce-salobre, se cuenta con una red de monitoreo formada por 124 pozos de medición mensual de niveles. Los puntos de monitoreo que registran esta variable, están distribuidos en los sectores La Punta-La Brava, Peine, y Norte y Borde Este, en particular, en la Zona Marginal y borde del Salar.

Para el año 2019, a diferencia de años anteriores, se tuvo eventos de precipitaciones en enero y febrero, lo que provocó un salto muy notorio de incremento de niveles. Esta alza de niveles, en términos generales y para la mayoría de los piezómetros someros, es mayor respecto a alzas de niveles por precipitaciones en años anteriores y hace que suban las cotas como tendencia general.

Los niveles en el Sector La Punta-La Brava, y especialmente en el entorno de las lagunas, se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente. Lo mismo ocurre para el sistema Peine, donde para todos los puntos en el entorno de las lagunas, los niveles de aguas subterráneas también se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrados históricamente hasta la fecha. En ambos sectores, los puntos de monitoreo ubicados en cotas más altas (al sur de las lagunas), entre la Zona Marginal y las quebradas aportantes, presentaron niveles estables, con influencia estacional y, en las zonas más cercanas al Núcleo (al norte de las lagunas), presentaron ascensos notorios en los meses de febrero y marzo producto de los eventos de lluvias ocurridos en los años 2015, 2017 y 2019. Se destaca que los niveles freáticos presentan mayor variabilidad y

mayor respuesta a las precipitaciones mientras más cerca se ubique el punto de monitoreo al Núcleo.

Por otro lado, el registro histórico del sector Norte y Borde Este, que es breve por ser de pozos nuevos, no permite realizar un análisis temporal muy extenso de sus evoluciones. Sin embargo, se puede observar que para los puntos MP-12A y MP-12C, se observa una tendencia relacionada a las variaciones estacionales y, en 2019, se observa una leve alza de los niveles, presentando entre 2016 a la fecha una tendencia al ascenso de los mismos. En cuanto a los niveles de BA-31, presentan una tendencia al descenso posterior a las precipitaciones de 2017, que parece estabilizarse levemente a finales del 2018, para luego presentar un salto de nivel a inicios de 2019, de 50 cm aproximadamente debido a las precipitaciones, y después retoma una tendencia de descenso hacia fines del año 2019, alcanzando en diciembre valores muy cercanos al máximo de febrero 2017.

Respecto del nivel o límite comprometido para esta variable, para el caso de niveles freáticos en agua dulce-salobre en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, según el monitoreo y sus resultados de monitoreo. En 2019 se observa una recuperación de los niveles que hace cambiar la tendencia, aumentando el valor de sus cotas de manera considerable y con variaciones que se mantienen dentro de los rangos históricos, que serían de oscilación natural.

Para los puntos ubicado en el Sector del Núcleo, se puede indicar que los pozos ubicados cerca de la zona de extracción de salmuera, son los que presentan las mayores tasas de descensos en el tiempo. En cambio, los pozos de monitoreo de niveles que se ubican cercanos a condiciones de borde, como el cordón de Lila, presentan variaciones, descensos y recuperaciones marcadas, sujetas a las recargas del sistema. Además, los pozos de monitoreo de niveles, ubicados en zonas más alejadas del campo de extracción de salmuera, muestran descensos esperables en sus niveles para el año 2019. Sin embargo, producto de las precipitaciones ocurridas en enero y febrero 2019, se registraron fuertes alzas en los niveles de la salmuera, mayores a las alzas de años previos (2015 y 2017), lo que provoca que los niveles suban y las tasas de descenso inmediatamente después de estas alzas, sean mayores a la tasas en régimen previo a las precipitaciones.

Al comparar los niveles observados de los pozos del Núcleo con los simulados en Esc1-CP y en Esc2-CP para el verano 2019, se produce un aumento muy elevado de los niveles en todos los pozos producto de las precipitaciones, niveles que posteriormente descienden con una fuerte tasa durante el resto del año. Durante el resto de 2019, la tendencia de descenso se observa mayor a la esperada según el modelo, pero con niveles por sobre lo proyectado y aún en estabilización.

De acuerdo a lo anterior, y considerando que el nivel o límite comprometido para esta variable para el caso de niveles freáticos en salmuera en la RCA es “*Descenso según modelo*”, se tiene que los niveles observados se encuentran sobre el nivel modelado.

En relación a la Posición de la Interfase Salina, el monitoreo trimestral se realiza a través de la medición de la conductividad eléctrica para distintas profundidades, creando un perfil de conductividad en 13 puntos. Además, en cada medición también se registra la temperatura para las distintas profundidades.

Para el sector La Punta – La Brava, considerando los datos históricos, se tiene que la posición de la Interfase salina se encuentra entre los 11 a 13 metros de profundidad (pozo MP-01C) y entre 68 y 74 metros de profundidad (MP-09C). En el sector Peine, la posición de la interfase salina se encuentra desde los 3 a 5 metros de profundidad (MPS-AC y MPS-CC) y los 90 a 110 metros de profundidad (PP-03). En el sector Norte y Borde Este, la posición de la Interfase Salina se encuentra entre los 50 y 70 metros de profundidad (MP-12C). Se destaca para todos los sectores que la Interfase Salina se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos donde se realiza la medición se alejan del sector Núcleo.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener posición de la Interfase Salina*”, y considerando los resultados del año 2019, presentado en los perfiles de conductividad eléctrica se tiene que, en general, para todos los puntos de monitoreo de todos los sectores, se han mantenido los rangos de profundidad entre los cuales se presenta la variación de conductividad eléctrica y, por lo tanto, la mantención de la posición de la Interfase Salina.

En relación a la Calidad Química del agua superficial y subterránea, el monitoreo trimestral se realiza a través de la medición en 40 puntos incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos.

Cabe señalar que, al corresponder estas actividades al muestreo, medición y análisis por cumplimiento de una RCA, deben ser realizadas por una ETFA (Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental). Dado lo anterior, se contrató al laboratorio y Hidrolab para realizar estas actividades.

Respecto a los parámetros fisicoquímicos, se puede señalar que, el pH es más neutro en las aguas superficiales y más ácido en las aguas subterráneas profundas. El alto contenido de sales en las aguas subterráneas profundas, hacen que las conductividades eléctricas sean mayores que las registradas en aguas superficiales. Asimismo, el oxígeno se hace muy escaso en aguas profundas, con valores cercanos a condiciones anóxicas. La densidad ratifica las condiciones de aguas salobres y tipo salmueras ($\approx 1,2$ g/mL), a diferencia de las aguas menos densas como las superficiales del sistema (1,0 g/mL).

Los resultados por sector muestran que los elementos analizados se ajustan a los rangos y variabilidad natural histórica, no presentando tendencias al cambio durante el año 2019. Sin embargo, se tiene que luego del evento de precipitaciones registrado en el primer trimestre del año, las concentraciones de algunos elementos analizados aumentaron, principalmente en aguas superficiales y en algunos puntos de monitoreo de aguas subterráneas someras. Esta situación no sorprende ya que, en el pasado, se ha registrado el mismo comportamiento luego de eventos de precipitación importantes. Se podría inferir que esto es debido a disolución de sales.

Respecto del tipo de aguas, al analizar los diagramas de Piper se observa que la clasificación de aguas otorgada para cada sector se mantiene, siendo en general del tipo cloruradas sódicas. Esta composición exceptúa a las vertientes o escurrimientos superficiales, como son Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine, que corresponden a aguas cloruradas sódico-cálcicas. Se debe indicar que el punto Quebrada Camar no fue posible monitorearlo durante 2019 debido a no contar con permiso por parte de la Comunidad.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener parámetros dentro de variabilidad natural*”, según lo previamente mencionado, es posible afirmar que se han mantenido los parámetros físico-químicos de las muestras y sus composiciones dentro de la variabilidad natural de calidad química del agua, salvo ciertas excepciones de parámetros in situ y elementos químicos, debido al evento de precipitación ocurrido en enero y febrero de 2019.

Junto con los resultados de calidad química de los puntos asociados al PSAH, se presentan los resultados de la calidad química de los pozos de extracción de agua dulce-salobre; Peine, Tilopozo y Tucúcaro; la que se ha reportado históricamente por ALB; siendo los elementos monitoreados reportados en unidades de ppm (partes por millón).

Considerando la química de los pozos de agua dulce-salobre, los rangos de concentración presentado en ppm para cada elemento monitoreado se mantiene dentro del rango histórico y estable en el tiempo. Sin embargo, Tucúcaro, presentó en el año 2019 un alza extrema en las concentraciones de todos los elementos: calcio, litio, magnesio, potasio, sodio y sulfato. Lo anterior, acontece de forma posterior al evento de precipitaciones de febrero, lo cual se atribuye a que las precipitaciones pudieron provocar disolución de sales en las cercanías de la ubicación del pozo Tucúcaro.

En relación a los caudales de salmuera y de agua dulce-salobre bombeados durante el año 2019 se bombearon 80 pozos de extracción de salmuera y 3 pozos de explotación de agua dulce-salobre correspondiente a Tilopozo, Tucúcaro y Peine.

El volumen de extracción total de las áreas A1 y A2 para 2019 fue de 13.938.128 m³, lo que es equivalente a un caudal medio anual de 441,96 L/s

Considerando el nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente*”, de los caudales antes indicados, se tiene que la extracción de ALB no excede al caudal medio anual establecido en la evaluación ambiental, el cual es de 442 L/s.

En cuanto a la extracción de agua dulce-salobre, ésta se encuentra autorizada ambientalmente de manera conjunta por un total del 10,9 L/s entre los pozos Tilopozo y Tucúcaro, según RCA N° 403/2003, más 6 L/s autorizados mediante RCA N° 21/2016. Sobre la base de estas autorizaciones ambientales, se cuenta con un caudal máximo para extracción conjunta de 16,9 L/s, y considerando que durante el año 2019 el caudal promedio anual extraído fue del orden de 7,07 L/s, conformado por 5,03 L/s desde pozo Tilopozo y 2,04 L/s desde pozo Tucúcaro, se indica que los caudales de extracción se mantuvieron dentro de lo autorizado ambientalmente.

Adicionalmente, también se cuenta con autorización para extraer un máximo de 5 L/s del pozo Peine, para uso en el campamento emplazado en dicha comunidad. Desde julio de 2016 el caudal extraído por este pozo fue disminuyendo paulatinamente, con una extracción anual media actual de 0,04 L/s durante el 2019.

Además de lo presentado para las 9 variables ambientales, se destaca que el presente PSAH incluye el reporte de los puntos de activación del Plan de Alerta Temprana (PAT) con respecto a los umbrales establecidos en el Considerando N° 10.18 de la RCA N° 21/2016, el que a su vez remite al Capítulo 4 del Anexo 3 de la Adenda 5; el cual permite detectar anticipadamente, en el tiempo y el espacio, desviaciones del nulo efecto pronosticado sobre los objetos de protección (sistemas lagunares). Para ello, el PAT utiliza un subconjunto de 9 puntos de monitoreo del PSAH y 5 puntos de SQM, denominados “puntos de activación”, y establece variables de estado indicadoras del comportamiento del Proyecto y de los objetos de protección, con “niveles de activación” (umbrales) que permiten anticiparse a la generación de efectos no previstos de la operación del Proyecto o del efecto sinérgico de los proyectos en el Salar.

Los puntos de activación, corresponden a 3 sectores de Alerta, cada uno de ellos con medidas de acción diferentes (Fases I y II), que dicen relación con el comportamiento esperado de cada sector durante la fase de operación del Proyecto.

Las medidas de acción para Fases I y II se describen a continuación:

- Sector de alerta Núcleo: corresponde al área ubicada entre la explotación del titular y los sistemas lagunares de La Punta-La Brava y de Peine. En este sector se prevén descensos del nivel freático en la salmuera, los que no alcanzarían a causar efectos al otro lado de la Interfase Salina, lo que ha sido validado mediante el uso de los modelos numéricos desarrollados. Este PAT contiene 4 puntos de alerta correspondientes a los pozos PN-05B, PN-08A, PN-14B y PN-16B, con umbrales diferentes para cada una de las dos fases contempladas y para cada año según los descensos previstos en cada punto. En función de los registros del año 2019, es posible indicar que no se ha activado ninguna alerta del PAT en el sector de alerta Núcleo. Además, se tiene que durante el 2019, los niveles tuvieron un ascenso de sus cotas respecto de los años previos.
- Sector de alerta Acuífero: corresponde al acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava que son los más cercanos al Proyecto. En este sector no se prevén descensos de nivel. Este PAT contiene 5 puntos de activación que consideran un umbral fijo para cada punto a lo largo de todo el Proyecto. Estos puntos corresponden a BA-05, BA-07, BA-16, BA-28 y BA-30. En función de los registros del año 2019, es posible indicar que las fluctuaciones que muestran los niveles en dichos piezómetros someros, sigue un comportamiento estacional y que, con la excepción del punto de monitoreo BA-07, el umbral de cada punto no ha sido sobrepasado en ningún mes de medición.

Para el punto BA-07, se tiene que, durante el mes de enero de 2019, los niveles registrados (con frecuencia quincenal) superaron dos veces el umbral establecido para este punto. Sin embargo, lo anterior no gatilló la activación del PAT ya que la superación del umbral debe darse para tres medidas consecutivas con frecuencia mensual. En otras palabras, se tiene que superar el umbral en 3 meses consecutivos para la activación del PAT.

- Sector de alerta Norte: corresponde al sector del Núcleo del Salar frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana, y donde SQM tiene 5 puntos de activación de su Plan de Contingencia. En el proceso de evaluación ambiental del Proyecto que da origen al presente informe quedaron establecidas las condiciones de activación y desactivación de las Fases I y II, que deben ser aplicadas una vez que ALB reciba la notificación por parte de la autoridad ambiental, de que SQM ha activado una de las Fases, o cuando esta información sea pública.

En diciembre de 2018⁵ y enero⁶ 2019 SQM registró incidentes ambientales por superación de umbrales bajo Fase I, lo que con llevó activación de PC de SQM y en consecuencia activar PAT de ALB. En dicho contexto, los pozos L4-12 y L5-10 que forman parte de la red de pozos incluida en el PAT Sector Alerta Norte de ALB, se veían activados en Fase I.

Así, producto de la activación del PC de SQM Salar S.A y en respuesta al requerimiento de la SMA debido a esta nueva activación, ALB activó también su PAT en Sector Alerta Norte y sus medidas asociadas a la Fase I, numeral 4.5 del Anexo 3 de la Adenda 5, donde se establecen 3 acciones preventivas: a) aumentar la frecuencia de monitoreo durante 3 meses, b) entregar mensualmente los datos a la autoridad en formato digital; y, c) activar la herramienta de efecto sinérgico.

Con respecto a la acción preventiva a), conllevó al aumento de la frecuencia de monitoreo de las variables correspondientes, pasando de mensual a quincenal para la variable niveles freáticos y de trimestral a mensual en el caso de la posición de interfase salina y calidad de aguas. Este aumento en la frecuencia de monitoreo se materializó en los meses de febrero, marzo y abril de 2019, en todos los puntos de la red de monitoreo del PSAH donde se compromete el monitoreo de cada una de las variables indicadas.

En el caso de la acción preventiva b), se entregó a la autoridad ambiental, en forma mensual, durante todo el periodo de activación todos los datos brutos de monitoreo del PSAH en formato de hoja de cálculo poniéndolos a disposición de la autoridad y quienes los soliciten para los análisis que se consideren oportunos, los respaldos de dichas entregas se adjuntan en el Anexo M de este informe.

Finalmente, en el caso de la acción preventiva c), se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega de resultados con fecha 04 de julio de 2019. A partir de las simulaciones, se tiene que el descenso producto de la operación de ALB en el punto L4-12, a la fecha de evaluación del efecto sinérgico (1 de enero de 2019) respecto del nivel a noviembre de 1997, es de 2,5 cm, equivalente al 14% del descenso producido por las extracciones de salmuera. Por otra parte, el descenso generado por la operación de SQM en este mismo punto, en el mismo periodo, es de 14,8 cm, lo que equivale a una contribución del 86%. Para el punto L5-

⁵ Diciembre 2018, aviso de incidente ambiental, en los pozos de SQM: L5-10, L2-7 y L1-3 a través de Resolución SMA RE MNZ N°87 del 26 de diciembre de 2018;

⁶ Enero 2019, aviso de incidente ambiental, en pozo L4-12, a través de Resolución SMA RE AFTA N°001/2019 del 10 de enero 2019.

10 el modelo mostró que ALB no tuvo contribución detectable en los descensos, por lo que los 1,2 cm son 100% responsabilidad de la operación de SQM.

Del análisis integrado de la información, se resumen las principales conclusiones:

Sector La Punta-La Brava:

Para el Sector La Punta-La Brava, en 2019, los niveles subterráneos en este sector del acuífero, mantienen la tendencia histórica mostrando estabilidad con variaciones estacionales. Los ascensos de nivel se observan en invierno y descensos en verano producto principalmente de la evaporación. Los piezómetros someros ubicados al sur de las lagunas (p.ej. BA-04 y BA-08) presentan una amplitud de oscilación menor a los ubicados al Norte (p.ej. BA-06 y BA-12), lo que se explicaría por una menor influencia de las precipitaciones y evaporación respecto de los puntos ubicados al norte de las lagunas y que están más cerca del Núcleo del Salar. Además, los puntos ubicados entre las lagunas y el Núcleo (BA-06 y BA-12), presentan una respuesta más marcada ante evolución de la evaporación y también a los eventos de precipitación, lo que se evidencia para 2019 con el alza de niveles en febrero producto del evento de precipitaciones registrado entre enero y febrero.

El hecho de que los niveles del acuífero se mantengan siempre oscilando entre las mismas cotas y con una tendencia estable, se asocia a una recarga subterránea de carácter permanente proveniente de las cuencas aportantes del sureste, hecho que valida el modelo conceptual de funcionamiento de este sector lagunar.

En este sector La Punta - La Brava, al sur de las lagunas, también hay puntos de monitoreo profundos habilitados por debajo la Interfase Salina, en la salmuera. Los niveles de salmuera en este sector, en general, se muestran estables y sin influencia directa del régimen de precipitaciones, tal como se observa en los piezómetros MP-01B y MP-03B. La evolución del nivel de salmuera, considerando por ejemplo el piezómetro MP-04B, que se ubica a escasos metros del pozo de agua industrial Tilopozo, permite verificar la desconexión entre el nivel del pozo profundo y el caudal extraído desde agua superficial, ya que no se ve una relación directa entre ambas variables. Además, se observa que durante el año 2018 los niveles de MP-04B se muestran estables, rompiendo la tendencia al descenso observada en el periodo histórico hasta el 2017 y que incluso se alzan a finales del año 2019.

Para el año 2019 las áreas calculadas para el sistema lagunar La Punta-La Brava en los meses de agosto y diciembre, invierno y verano respectivamente, se muestran diferentes a la variación estacional observada históricamente ya que se tiene mayor superficie en verano que en invierno. Lo anterior, puede estar relacionado con que,

en oposición a lo observado en la pluviometría, los canales que se alimentan de aguas subterráneas presentan un régimen de máximos y mínimos desfasados en aproximadamente seis meses respecto de las precipitaciones, conjugándose además con los mínimos (junio) y máximos (diciembre) valores de evaporación. Dado el análisis histórico realizado en la superficie lagunar se observa que la estacionalidad no está controlada únicamente por el régimen de precipitaciones, sino también por la evaporación, lo que se traduce tanto en una variabilidad tanto intranual como interanual.

A partir del monitoreo efectuado durante el año 2019, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar La Punta-La Brava establecido en la evaluación ambiental. Las zonas de recarga se ubican en el sector Sur, y están constituidas por aguas cloruradas sódicas relativamente poco mineralizadas. Estas aguas fluyen hacia el noroeste, aumentando su conductividad eléctrica (CE) hasta encontrarse con la Interfase Salina que se dispone perpendicular al flujo, y que fuerza al agua subterránea a ascender aflorando en la superficie, dando origen a las lagunas. Una vez en las lagunas, y debido al efecto de la evaporación, el agua incrementa su conductividad eléctrica. En épocas de mayor recarga y coincidiendo con la época invernal, las lagunas desbordan por sobre la Interfase Salina produciendo flujos sub-superficiales hacia el Núcleo que alcanzan el límite con la costra de cloruros formando los “*open pools*”, donde se evapora y disuelve la costra, enriqueciéndose en sales disueltas y convirtiéndose finalmente en salmuera

Sector Peine:

Para el Sector Peine, en este sector en las zonas de recarga, localizadas en el borde Este y sur del sistema lagunar, representado por los pozos PP-01 y PP-02, entre la Zona Marginal y la zona de pie de monte de la cordillera Andina, los niveles de agua subterránea, durante el 2019, siguen las tendencias esperadas, permaneciendo estables y sensibles a las precipitaciones de mayor intensidad, que producen ascensos bruscos del nivel y que inmediatamente al finalizar el evento de precipitación retoman la tendencia.

En el sistema lagunar Peine, los niveles representados por BA-28 y BA-30 se muestran estables dentro de los ciclos estacionales históricos, presentando máximos en invierno y mínimos en verano. Si se comparan con la Evaporación (EV), las variaciones estacionales estarían asociadas a los procesos de evaporación, y se observa que a mayor tasa de evaporación, más profundos se detectan los niveles y viceversa (Figura 6-14).

Los niveles del acuífero de agua dulce-salobre, mientras más próximos se encuentran los pozos de monitoreo al Núcleo, muestran menor ciclicidad estacional, presentando, por el contrario, una respuesta más brusca ante las precipitaciones.

En el sector de la laguna Interna, en el sistema lagunar Peine, los niveles presentan una tendencia descendente hasta diciembre 2018, debido a la proximidad a las zonas de extracción de salmuera, lo que se refleja, por ejemplo, en el piezómetro BA-17, BA-18 y BA-19. Además, se muestra sensible a las lluvias que ocurren en el sector, registrando ascensos de nivel tras los eventos de precipitación, e iniciando un descenso inmediatamente después. Lo anterior muestra que la recarga sobre el Núcleo es directa por precipitación, o bien por el hecho de que el agua de escorrentía que se genera en las cuencas aportantes alcanza directamente el Núcleo a través de los canales naturales que se forman y del flujo subsuperficial.

Los niveles registrados, muestran un gradiente de la cota del nivel desde la laguna Salada hacia la laguna Interna, lo que confirma la dirección de flujo de agua desde el sureste hacia el noroeste a través los canales que las comunican. Por otra parte, los aforos realizados durante el 2019, en general, muestran que los caudales de entrada a la laguna Salada (AFP-01 y AFP-02) son mayores que los registrados en la salida de ésta y a la entrada de la laguna Saladita (AFP-03) debido a pérdidas ocurridas por evaporación y/o infiltración, que disminuyen el caudal en la dirección del flujo.

Al analizar las precipitaciones con los datos de aforos, no se aprecia una relación directa entre los eventos de precipitación y los caudales aforados en los canales de tránsito entre las lagunas Salada, Saladita e Interna.

En general, el cálculo de la superficie ocupada por las lagunas muestra extensiones máximas en los meses de invierno (julio y agosto) y mínimos en los meses de verano (enero) o poca diferencia entre estaciones. Lo anterior puede estar relacionado con que, en oposición a lo observado en la pluviometría, los canales que se alimentan de aguas subterráneas presentan un régimen de máximos y mínimos desfasados en aproximadamente seis meses respecto de las precipitaciones, conjugándose además con los mínimos (junio) y máximos (diciembre) valores de evaporación.

Mediante el análisis histórico de los sistemas lagunares de La Punta - La Brava y Peine, se estableció que tras la ocurrencia de fenómenos meteorológicos con aporte pluviométrico relevante, el aumento de la superficie lagunar persiste alrededor de 6 meses y puede ser sostenida hasta 1 año en el caso de ocurrir nuevos eventos. Existe por tanto una dinámica intra e interanual en estos sistemas controlado tanto

por las precipitaciones, como por efecto de la evaporación y por el aumento de flujos subsuperficiales y subterráneos.

La conductividad eléctrica (CE) registrada en las lagunas es mayor a la registrada en las aguas subterráneas y además aumenta desde laguna Salada (que es la menos mineralizada) hacia laguna Saladita, debido a la evaporación; y luego, el agua procedente de esta laguna, se adentra hacia el Núcleo de salmuera de manera superficial/subsuperficial generando la laguna Interna, que es donde se reportan la máxima CE.

A partir del monitoreo efectuado durante el año 2019, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar Peine, donde las zonas de recarga se ubican al sureste del sistema lagunar, y están constituidas por aguas de composición clorurada sódico, que se infiltra al acuífero o bien por precipitación directa o por escorrentía superficial-subsuperficial hasta alcanzar zonas más permeables. Una vez en el acuífero, estas aguas fluyen hacia el noroeste hasta interceptar con la superficie de terreno generando manantiales que dan origen a las lagunas. Una vez en superficie estas aguas siguen su recorrido, formando canales naturales que alimentan a las lagunas Salada, Saladita y finalmente laguna Interna. A medida que el agua fluye hacia el Núcleo va aumentando su salinidad, debido a procesos de evaporación. Por último, el agua de la laguna Interna acaba adentrándose en el Núcleo de salmuera de manera superficial, disolviendo la costra de cloruros y enriqueciéndose paulatinamente en sales disueltas, hasta que finalmente, ya convertida en salmuera, se incorpora al Núcleo.

Sector Norte y Borde Este

El Sector Norte y Borde Este, está constituido por el sistema lagunar de Soncor y el sistema lagunar Aguas de Quelana.

Para el sector de Aguas de Quelana, la evolución de niveles de este sector está condicionada por la recarga producto de las precipitaciones y por la evaporación, que es mayor en verano y menor en invierno.

Las variaciones del área ocupada por las lagunas se asocian a un comportamiento estacional, con extensiones mayores en invierno que en verano y, también, a una variación intranual condicionada por el régimen de precipitaciones de los años anteriores.

La conductividad eléctrica muestra diferencias entre las aguas de las lagunas, las vertientes y las aguas subterráneas del acuífero de agua dulce-salobre. Los valores más bajos se localizan en la vertiente Camar (que no fue monitoreada en 2019), correspondientes a aguas de recarga al acuífero. Los valores más altos del sistema se registran en las lagunas, lo que se interpreta como consecuencia de procesos de evaporación del agua de recarga durante su tránsito hacia el Núcleo y/o disolución de minerales. Por último, las aguas del acuífero salobre representadas por el pozo MP-12A, registran conductividades eléctricas intermedias entre los valores de las vertientes y las lagunas, aunque más próximas a las primeras.

Los resultados obtenidos para el año 2019 y las mediciones de conductividad eléctrica de las aguas va incrementando desde el este hacia el oeste, corroborando el modelo conceptual. En relación al Sistema Aguas de Quelana, las aguas de las lagunas provienen del acuífero aluvial del borde Este. En las zonas de recarga, estas aguas poco salinizadas y de composición clorurada cálcica, son alimentadas, a su vez, por aguas de distintas quebradas, entre ellas la quebrada de Camar. Durante su recorrido hacia el oeste, por efecto de la disolución de sedimentos evaporíticos, las aguas aumentan su CE y cambian su composición a cloruradas sódicas, hasta llegar a la Zona Marginal. Ya en la Zona Marginal, comienzan los procesos de evaporación, disolución y precipitación de sales. En la zona de las lagunas, debido a la magnitud del flujo subterráneo procedente del este, el agua salobre se ve forzada a ascender al encontrarse con la salmuera del Núcleo (Interfase Salina), aflorando en superficie y dando origen a las Lagunas del Sistema Aguas de Quelana.

La dinámica de las lagunas está marcada por la evaporación con máximos de nivel y superficie en invierno y mínimos en verano. En ocasiones, durante los años más húmedos, o tras eventos de precipitación importantes en donde la superficie lagunar aumenta considerablemente, se producen desbordamientos superficiales hacia el Núcleo desde las lagunas hacia el Núcleo.

Para el sector de Soncor, considerando la variación de los niveles, se observa hay una cierta oscilación estacional en la evolución de niveles, producto de la evaporación, hecho esperable teniendo en cuenta que los niveles son someros. Además se producen ascensos bruscos de nivel como respuesta a los eventos de precipitación de mayor magnitud. Este comportamiento se explica bien por la infiltración directa del agua de lluvia, o bien por el hecho de que parte del agua de escorrentía que fluye a través de los canales naturales que alimentan las lagunas se infiltra en esta área.

En cuanto a la superficie lagunar, se puede observar que la evolución histórica es estacional, al igual que los niveles lagunares, aumentando el área en invierno y disminuyendo en verano. El comportamiento de estos cuerpos de agua es complejo y se encuentra asociado tanto a los efectos estacionales de la evaporación, como al régimen intranual de las precipitaciones.

En el tránsito entre Laguna Chaxa (LM-12) hacia laguna Barros Negros (LM-11) se produce un aumento de la conductividad eléctrica, con valores similares a los registrados en las aguas subterráneas del sector (BA-31). Lo anterior confirma que la evaporación y la disolución de sedimentos evaporíticos produce una concentración de sales y por tanto un aumento de la conductividad eléctrica desde la zona de recarga hacia el sector de las lagunas, de este a oeste, y de norte a sur a medida que las aguas circulan por el sistema lagunar a través de canales superficiales naturales.

Finalmente es necesario indicar que, en general, todas las variables monitoreadas a través del PSAH, cumplen a diciembre del 2019, con los límites establecidos en la evaluación ambiental indicados en la RCA N° 21/2016.

2 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe Anual N° 4 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (en adelante PSAH), el cual forma parte de las obligaciones ambientales del titular Albemarle⁷ (en adelante ALB), derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental N° 21 de fecha 20 de enero del 2016 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta, en adelante RCA N° 21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

El PSAH es un compromiso ambiental aplicable para las Fases de Operación y Cierre del Proyecto, iniciando la fase de operación con fecha 28 de septiembre de 2016⁸, razón por la cual se genera el presente Informe N° 4 de PSAH, el que entrega información de monitoreo del año calendario 2019. En relación al periodo informado cabe indicar que en el numeral 3.5.2 del Anexo 3 de la Adenda 5 se señaló que: *“El informe será entregado dentro del plazo de tres meses siguientes al término de cada año calendario”*.

Conjuntamente, el presente informe incluye también la información de los puntos de monitoreo comprometidos en el Considerando 2.3.1.3. de la R.E. N° 165 de fecha 14 de octubre del 2003 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, que modificó la R.E. N° 092 de fecha 31 de mayo del 2000 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta que aprobó el proyecto “Construcción de Pozas de Evaporación Solar”, y lo establecido en el Resuelvo 4 de la R.E. N° 3132 de fecha 28 de noviembre del 2006 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, correspondiente a la autorización ambiental que aprobó el proyecto “Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar”. En la Tabla 2-1 se identifican las Resoluciones de Calificación Ambiental que son consideradas en el presente informe.

Tabla 2-1 Proyectos y RCA consideradas en el Informe

Proyecto	Resoluciones
Construcción de Pozas de Evaporación Solar	RCA N° 92/2000 modificada por R.E. N° 165/2003
Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar	RCA N° 64/2005 modificada por RCA N° 3132/2006
Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama	RCA N° 21/2016 modificada por R.E. N° 1472/2017

Fuente: Elaboración propia.

⁷ Rockwood Litio Limitada a partir del día 01 de noviembre de 2017 modificó su razón social a “Albemarle Limitada”.

⁸ El inicio de la fase de operación fue informado con una semana de anticipación a la SMA con Carta MA 012.2016, recepcionada con fecha 21.09.2016, SMA Cod.50067.

El PSAH da cumplimiento a lo establecido en el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua); Considerando N° 10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de las otras dos RCA indicadas en la Tabla 2-1.

Específicamente, el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016, establece los compromisos de seguimiento de variables físicas y bióticas. Los informes del PSAH dan cuenta de las variables físicas relacionadas con recursos hídricos, mientras que los informes del Plan de Manejo Biótico (PMB), cuyo último informe anual fue entregado con fecha 23 de agosto de 2019, dan cuenta de las variables bióticas. Al respecto cabe indicar que el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016 establece que la frecuencia de entrega del informe del PSAH es anual y se debe informar durante toda la fase de operación y los primeros 5 años de la fase de cierre del Proyecto (sólo para algunas de las variables ambientales), mientras que el PMB comienza en la fase de construcción y también se entrega con frecuencia anual. Asimismo, se indica que la información bruta de resultados es entregada a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) con frecuencia trimestral, para el caso del seguimiento de variables físicas relacionadas a recursos hídricos, y en forma semestral, para el seguimiento de variables bióticas.

De esta manera, el PSAH entrega el reporte y análisis de resultados del monitoreo de las variables ambientales que se indican en la Tabla 2-2, las que reflejan el comportamiento meteorológico, hidrológico, hidrogeológico e hidroquímico del área de estudio del Proyecto. Cabe indicar que, para efectos del presente informe, se ha privilegiado el uso de la nomenclatura utilizada en la RCA N° 21/2016 (Considerando 7), en cuanto a la definición de componentes ambientales y variables ambientales, que difiere a las definiciones establecidas en las consideraciones generales de la R.E. N° 223/2015 de la SMA⁹.

Asimismo, las variables ambientales indicadas en la Tabla 2-2 serán agrupadas en cuatro sectores, determinados según sus características hidrológicas e hidrogeológicas, a saber:

- Sector La Punta-La Brava
- Sector Peine
- Sector Norte y Borde Este
- Sector Núcleo

⁹ En particular, el presente informe detalla las componentes ambientales que se presentan en la Tabla 2-2 según lo definido en la RCA N° 21/2016, mientras que en la R.E. N° 223/2015 de la SMA se debiese indicar que la componente ambiental correspondería a AGUA.

Tabla 2-2 Componentes y Variables Ambientales que se reportan

Componente Ambiental	Variable Ambiental
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas
	Aforo de Caudales superficiales
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce - salobre
	Posición de la Interfase Salina
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea

Fuente: Elaboración propia en base a Considerando N° 7 de RCA N° 21/2016.

Adicional a lo anterior, el presente PSAH incluye el reporte de los puntos de activación del Plan de Alerta Temprana (PAT) con respecto a lo establecido en el Considerando N° 10.18 de la RCA N° 21/2016, el que a su vez remite al Capítulo 4 del Anexo 3 de la Adenda 5. Este PAT permite detectar anticipadamente, en el tiempo y en el espacio, desviaciones del nulo efecto pronosticado sobre los objetos de protección (Sistemas Lagunares).

En relación al estado del PAT, este año 2019 se activó el PAT de Alerta Norte como consecuencia de la activación del PC de SQM (en diciembre 2018 y enero 2019). Cabe mencionar que, en el año 2018 ya se había activado el PAT del Titular SQM Salar S.A en el mes de junio y, dado que la activación es debido a la superación de umbrales en los pozos que también considera ALB en su PAT, se activó el PAT de ALB¹⁰ en uno de sus 3 sectores (Sector Alerta Norte), tal como fuera descrito en Informe PSAH N°3, de monitoreo del año 2018.

El PAT de ALB se describe en el numeral 4.2.7 de este Informe y, en resumen, se puede señalar que se compone de 3 sectores y que tiene medidas preventivas necesarias para evitar efectos no previstos.

¹⁰ Activación PAT junio 2018: Carta de requerimiento de información emitida por la SMA Región de Antofagasta mediante R.E. MZN N°30 del 11 de junio del 2018 que dispuso lo siguiente: “A la luz de la activación de la Fase II del Plan de Contingencia – Sistema Soncor en el pozo L1-5 y reglilla L1-G4, informado por el titular SQM Salar S.A.”

Estando aún en diciembre del año 2018, la SMA informó a ALB a través de la Resolución RE MNZ N°87 del 26 de diciembre de 2018, que recibió reportes de incidente ambiental por SQM Salar S.A. A continuación, se exponen de manera sintetizada, lo señalado en la RE citada previamente:

“a. Aviso de Incidente Ambiental ID 4360: “Con fecha 20 de diciembre 2018, se registró en el pozo L5-10, del Sistema Aguas de Quelana, una medición de 1.630 (medición desde el punto de referencia), que constituye un nivel medido inferior al umbral de activación para la Fase I (1,6250 m)”.

“b. Aviso de Incidente Ambiental ID 4361: “Con fecha 20 de diciembre 2018, se registró en el pozo L2-7, medición de nivel de 4.871 (medición desde el punto de referencia), es así como se observa un descenso mayor al máximo permitido para Fase I (4,865 m). Con respecto al pozo L1-3 se registró una medición de nivel de 7.811 871 (medición desde el punto de referencia), lo que constituye un descenso mayor al máximo permitido para Fase I (7,805 m).”

Como consecuencia de lo anterior, la SMA informa a ALB que, de acuerdo a lo dispuesto en el Considerando 10, Condiciones o Exigencias, de la RCA N°21/2016, Plan de Alerta Temprana¹¹, se tomen las medidas necesarias y correspondientes al Plan de Alerta Temprana (de ALB).

Sumado a lo anterior, en enero de 2019, ALB recibe una segunda carta de la SMA¹² en donde se informa que se recibió en la SMA, a través del Sistema Electrónico de Fiscalización Ambiental, otro reporte del titular SQM Salar S.A. que exponía lo siguiente:

“a. Aviso de Incidente Ambiental ID 4418: “Con fecha 08 de enero 2019, se registró en el pozo L4-12, del Sistema Aguas de Quelana, una medición de 1,324 m (medición desde el punto de referencia), que constituye un nivel medido inferior al umbral de activación para la Fase I (1,215 m). (...)”.

Al igual que en el caso anterior, y de acuerdo a lo dispuesto en el Considerando 10 de la RCA N°21/2016 de ALB, la SMA requirió información por parte de Albemarle Limitada, y la ejecución de las acciones descritas en el PAT de ALB, que involucraba el Sector Alerta Norte. Cabe señalar que, de los pozos reportados por SQM en las comunicaciones mencionadas, sólo los pozos L4-12 y L5-10 forman parte de la red de pozos incluida en el PAT Sector Alerta Norte de ALB.

¹¹ “[...] propone las medidas necesarias para corregir anticipadamente el comportamiento de las variables hídricas en caso de presentar diferencias con lo pronosticado en los escenarios de modelación y antes de generar un efecto adverso.[...]”

¹² RE AFTA N°001/2019 del 10 de enero 2019

Así, producto de la activación del PC de SQM Salar S.A y en respuesta al requerimiento de la SMA debido a esta nueva activación, ALB activó también su PAT en Sector Alerta Norte y sus medidas asociadas a la Fase I, lo que conllevó al aumento de la frecuencia de monitoreo de las variables correspondientes, pasando de mensual a quincenal para la variable niveles freáticos y de trimestral a mensual en el caso de la posición de interfase salina y calidad de aguas. Este aumento en la frecuencia de monitoreo se materializó en los meses de febrero, marzo y abril de 2019, en todos los puntos de la red de monitoreo del PSAH donde se compromete el monitoreo de cada una de las variables indicadas.

Debido a que, cuando correspondía informar respecto de la activación PAT en 2019, aún se seguían entregando informes producto de la activación PAT en 2018, para dar continuidad a la entrega de resultados, se mantuvo la numeración correlativa de los informes entregados a la SMA. De esta manera, con fecha 29 de marzo 2019, ALB comenzó a reportar la información de monitoreo de esta segunda activación de PAT, mediante el envío del “IX Informe de activación Fase I”, con los datos medidos en febrero.

Es importante indicar que, considerando todos los sucesos descritos, en enero de 2019 se realizaron mediciones quincenales en los puntos del PAT pertenecientes a la red del PSAH de ALB, con el fin de presentar proactividad mientras se ajustaba la planificación mensual y la tramitación de permisos para poder realizar las medidas adicionales en el mes de febrero, lo que fue reportado como “VIII Informe de activación Fase I”¹³.

Finalmente, el 20 de mayo de 2019, se recibió información solicitada por Ley de Transparencia, del estado a dicha fecha de la situación del *Plan de Alerta Temprana en Fase I sector Soncor y Aguas de Quelana de SQM Salar S.A*, donde se observó que los puntos activados L1-5 (en 2018), L4-12 y L 5-10 (en 2019) ya se encontraban fuera de la Fase I de activación, con lo que la frecuencia de reporte de la información registrada por ALB volvió a ser la de frecuencia normal (mensual y trimestral, respectivamente).

En resumen, se puede señalar que durante 2019 y producto de la activación del PC de SQM Salar S.A, se activó el PAT Sector Alerta Norte de ALB, lo que conllevó a que los meses de enero, febrero, marzo y abril presentan mayor frecuencia de monitoreo respecto de lo registrado regularmente en el marco del PSAH de ALB.

En el marco de clarificar los pasos que se debieron realizar y las medidas adoptadas, se describen textuales cada una de las medidas establecidas en el PAT de ALB, en particular para el denominado Sector Alerta Norte, al activarse la Fase I, y que se encuentra contenido en el numeral 4.5 del Anexo 3 de la Adenda N°5, del EIA “Modificaciones y Mejoramiento del

¹³ Informe Ingresado a la SMA con fecha 28 de febrero de 2019

Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, donde se establecen las siguientes medidas:

“4.5.3 Plan de Medidas sector de alerta Norte

4.5.3.1 Medidas Fase I

Cuando se active la Fase I del Plan de Alerta Temprana del Sector de Alerta Norte deberán realizarse las siguientes acciones preventivas:

- a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses:*

Con el fin de facilitar la identificación de la causa de la activación de la Fase I del sector de alerta Norte se aumentará la frecuencia de monitoreo de las variables de niveles freáticos, calidades químicas y posición de la cuña salina, incluidas en la Tabla 4-7 (ver Tabla 2-3 del presente informe), en la frecuencia que se indica, para todos los puntos de monitoreo considerados en el Plan de Seguimiento Ambiental (Tabla 3-1).

El aumento de la frecuencia de monitoreo se mantendrá por un período de tres meses después de activada esta Fase I del PAT, aunque esta se desactive en un período menor y no se extenderá por más de tres meses.

- b) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital:*

Se entregará a la autoridad ambiental, en forma mensual, durante todo el período de activación de esta Fase I todos los datos brutos de monitoreo del PSA en formato de hoja de cálculo, para que estén a disposición de la autoridad y quien los solicite para los análisis que se consideren oportunos.

- c) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados:*

Utilizando el modelo numérico MODFLOW desarrollado en el proceso de evaluación ambiental del proyecto, o actualizado a posteriori, se activará la herramienta de verificación del efecto sinérgico (ver metodología en el capítulo 5 de este documento) para discernir las causas y grado de contribución de los diferentes actores en la cuenca de los descensos medidos en el Núcleo del Salar.

Dentro de los 6 meses siguientes contados desde que Rockwood tomó conocimiento directamente o le fue notificado por la autoridad la activación de la Fase I del PC de SQM se entregará a la autoridad de la II Región el informe con los resultados obtenidos y sus conclusiones. El contenido del informe será el indicado en el punto 5.4 de este anexo.”

Tabla 2-3 Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT

Monitoreo	Frecuencia normal	Frecuencia Activación PAT (por tres meses)
Niveles freáticos	Mensual	Quincenal
Calidad de agua del acuífero y las lagunas	Trimestral	Mensual
Posición de la Interfase Salina	Trimestral	Mensual

Fuente: Tabla 4-7 de Anexo 3 Adenda 5.

Con respecto a la acción preventiva a), se aumentó la frecuencia de monitoreo durante los meses de febrero, marzo y abril de 2019 en las variables y frecuencia indicadas en la Tabla 2-3. En el caso de la acción preventiva b), se ha entregado a la autoridad ambiental, en forma mensual durante todo el periodo de activación, todos los datos brutos de monitoreo del PSAH en formato de hoja de cálculo. Dicha información ha quedado respaldada por todas las cartas entregadas a la Autoridad durante los meses de febrero a septiembre de 2019. En Anexo M de este Informe Anual se entrega el Respaldo de todas estas cartas.

Finalmente, en el caso de la acción preventiva c), se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega de resultados con fecha 04 de julio de 2019 a la SMA, dando cumplimiento al numeral 10.20 de la RCA N° 21/2016.

Se debe indicar que, en el presente Informe Anual, se da cuenta del cumplimiento de las acciones preventivas a) y b) mediante la entrega de los antecedentes asociados al monitoreo adicional de las variables indicadas en la Tabla 2-3.

Se considera relevante indicar que los monitoreos de todas las variables que se encuentran dentro de los alcances específicos autorizados¹⁴ por la SMA fueron realizados con Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, en adelante ETFA, cumpliendo así con lo señalado por la autoridad ambiental.

En la misma línea de trabajo, la elaboración de este informe considera las instrucciones generales sobre la elaboración de informes de seguimiento ambiental dictado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en su R.E. N° 223/2015.

Dicho lo anterior, en la Tabla 2-4 se presentan los considerandos y/o resueltos de las Resoluciones de Calificación Ambiental reportadas en este informe y en la Tabla 2-5

¹⁴ De acuerdo a lo indicado por la SMA, aquellas actividades que no estén incluidos en los alcances de las ETFA autorizadas, podrán continuar desarrollándose de manera transitoria por empresas que cumplan con la R.E. N° 37/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que "Dicta e instruye normas de carácter general sobre Entidades de Inspección Ambiental y validez de reportes" (disponible en <http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/Home/Documentos>), hasta que la SMA autorice a ETFA en dichos alcances. Respecto de aquellos alcances que involucren actividades muestreo, medición y/o análisis, para los que no existan empresas acreditadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), ni autorizadas por organismos de la administración del Estado (R.E. N° 37/2013 SMA), podrán seguir siendo ejecutados por las empresas que lo han realizado hasta ahora.

aquellos compromisos que se desprenden del Anexo 3 de Adenda 5 del proceso de evaluación ambiental (vinculado al numeral 10.19 de la RCA N° 21/2016).

Sin perjuicio de lo anterior, se tiene que la entrega de los archivos y planillas de los Anexos contienen datos en el formato de lo establecido por la SMA en la Resolución Exenta de la Superintendencia de Medio Ambiente N°894/2019, la cual entró en vigencia el 27 de septiembre del año 2019. En cuanto a la temporalidad de la información entregada en este formato, se tiene que corresponde al período aplicable del presente informe Anual, es decir, monitoreo del año 2019.

Tabla 2-4 Identificación de Considerandos en las RCAs

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
RCA N° 92/2000	Considerando 9. Primer Bullet	Realizar el monitoreo de la calidad química del acuífero de salmuera ¹⁵ y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Considerando 9. Segundo Bullet	Realizar el monitoreo del nivel freático de las aguas subterráneas, y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Considerando 9. Cuarto Bullet	Entregar al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de salmuera extraídos desde cada uno de los 12 pozos de producción.
	Considerando 9. Quinto Bullet	Entregar al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de agua extraídos desde los puntos de captación con derechos de aprovechamiento de agua.
R.E. N° 165/2003 que modifica RCA N° 92/2000	Resuelvo 2.3.1.3.a	Instalación de al menos 4 estacas perimetrales numeradas, en el borde Norte y Este de la mayor porción anegada de la laguna Interna.
	Resuelvo 2.3.1.3.b	Instalación de una regla limnimétrica en la desembocadura de la laguna Interna, del canal aportante proveniente de la laguna Saladita.
RCA N° 3132/2006 que modifica a la RCA N° 64/2005	Resuelvo 4. Primer Bullet	Ejecución de monitoreo de la calidad química del acuífero de salmuera y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Resuelvo 4. Segundo Bullet	Ejecución de monitoreo del nivel freático de las aguas subterráneas, y entrega de dichos resultados a COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Resuelvo 4. Cuarto Bullet	Entrega al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de salmuera extraídos desde cada uno de los 3 pozos de producción, correspondientes al proyecto que se resuelve en el presente acto.
	Resuelvo 4. Quinto Bullet	Entrega al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de agua extraídos para el proyecto desde los puntos de captación con derechos de aprovechamiento de agua.
RCA N° 21/2016	Considerando 7. FISICO Hidrogeología	Profundidad Nivel en salmuera en m s.n.m. Con procedimiento de medición manual de profundidad con pozómetro, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Descenso según modelo.

¹⁵ En consideración a la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N° 21/2016, resuelta mediante la R.E. N° 1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva, es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta dentro de Anexo M de este Informe.

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
		<p>Profundidad Nivel en agua dulce-salobre en m s.n.m. Con procedimiento de medición manual de profundidad con pozómetro, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los niveles dentro de los rangos de oscilación natural.</p> <p>Conductividad Eléctrica vs Profundidad (Posición de Interfase Salina). Con procedimiento de medición de conductividad eléctrica vs. profundidad en piezómetros, con frecuencia trimestral y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener la posición de la Interfase Salina.</p> <p>Flujo de Evaporación en mm/día (Evapotranspiración). Con procedimiento de medición continua mediante lisímetros u otros equipos acordados con la DGA del flujo de evaporación en mm/día, con frecuencia continua (diaria) y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. No aplica niveles o límites comprometidos.</p> <p>Caudales bombeados de salmuera en cada pozo en L/s. Con procedimiento de medición en L/s mediante caudalímetros certificados por DGA, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Además de datos disponibles en tiempo real en plataforma online. Niveles o límites comprometidos: Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente.</p> <p>Caudales bombeados de agua dulce-salobre en cada pozo en L/s. Con procedimiento de medición en L/s mediante caudalímetros certificados por DGA, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Además de datos disponibles en tiempo real en plataforma online. Niveles o límites comprometidos: Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente.</p> <p>Plan de Alerta Temprana (PAT). Entrega de información a SMA y DGA Región de Antofagasta.</p>
	Considerando 7. FISICO Hidrología	<p>Aforo de Caudales superficiales en L/s. Con procedimiento de medición de aforo manual en L/s, con frecuencia trimestral y reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los caudales dentro de su variación histórica.</p> <p>Nivel limnimétrico de las Lagunas en m s.n.m. Procedimiento de medición de campo en m s.n.m., con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los niveles dentro de los rangos de oscilación natural.</p>

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
		<p>Superficie cubierta por lagunas en m². Procedimiento de medición en m² de imágenes satelitales de alta definición y apoyo en terreno, con frecuencia semestral y reporte digital semestral e informe anual. Niveles o límites comprometidos: Mantener la superficie sobre mínimo histórico.</p>
	Considerando 7. FISICO Clima y Meteorología	<p>Variables meteorológicas. Precipitación diaria en mm, Evaporación en lámina libre en mm, Presión atmosférica en mbar. Procedimiento de medición de toma de datos en estación meteorológica EM-Rockwood y recopilación de datos en estaciones disponibles de la cuenca, de frecuencia continua (diaria) y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. No aplica niveles o límites comprometidos.</p>
	Considerando 7. FISICO Calidad del Agua	<p>Parámetros Físicos <i>in situ</i>: pH, C.E., T^o, TDS y Oxígeno Disuelto. Parámetros físico-químicos laboratorio: pH, C.E., TDS y Densidad. Elementos mayoritarios: Cl⁻, SO₄⁼, HCO₃⁻, NO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, y K⁺. Elementos minoritarios y trazas: B, Li, Sr, Al, As, Fe, Si. Procedimiento de medición mediante mediciones de campo y análisis de laboratorio, frecuencia trimestral y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener dentro de variabilidad natural.</p>
R.E. N° 1472/2017 que modifica RCA N° 21/2016	Resuelvo 1 Primer bullet	El alcance del Plan de Seguimiento Ambiental, expuesto en el considerando 7 de la RCA, respecto del componente ambiental “Físico Hidrogeología”, para el monitoreo “Niveles freáticos de agua dulce - salobre” y “Posición de Interfase Salina”, debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N° 5 del proceso de evaluación de Proyecto, en atención a lo expuesto en el considerando 10.1 de esta Resolución.
	Resuelvo 1 Segundo bullet	El alcance del Plan de Seguimiento Ambiental, expuesto en el considerando 7 de la RCA, respecto del componente ambiental “Físico Calidad del Agua”, para el monitoreo “calidad química del agua superficial y subterránea”, debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N° 5 del proceso de evaluación de Proyecto, en atención a lo expuesto en el considerando 10.2 de esta Resolución.
	Resuelvo 1 Tercer bullet	El objeto de protección asociado al Plan de Seguimiento Ambiental, corresponde a las aguas del Salar de Atacama, y el acuífero de la Zona Marginal que alimenta estas aguas, por lo que los puntos de monitoreo asociados al componente “calidad del agua”, recae sobre las aguas que alimentan los sistemas lagunares y, por lo tanto, la calidad química de salmuera que se extrae de los pozos de producción, no es una variable relevante para los fines ambientales que sustenta la RCA.

Fuente: Elaboración propia en base a las RCAs señaladas.

Tabla 2-5 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5

Documento	Numeral	Transcripción
Adenda 5, Anexo 3 “Plan de Seguimiento Ambiental y Plan de Alerta Temprana de los Recursos Hídricos”	Numeral 3.2.1.	El nivel freático o piezométrico se reportará en m s.n.m. pero se medirá como profundidad del agua en unidades de longitud en pozos y piezómetros ubicados en el Núcleo, la Zona Marginal y borde del Salar. Para ello se contará con la topografía de la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo. Este parámetro se medirá de forma manual, con periodicidad mensual, a un total de 124 puntos que se representan en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.2.	El monitoreo de la posición de la Interfase Salina se realizará a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica en piezómetros habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportarán como gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica. Para conocer la cota altimétrica (m s.n.m.) de la posición de la interfase se contará con la topografía de la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo. Esta variable se medirá con una periodicidad trimestral, en un total de 14 puntos y se presentan en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.3.	La medición de caudales , se realizará mediante aforos por vadeo con la utilización de un aforador de hélice o molinete. La medida se realizará con frecuencia trimestral en un total de 6 puntos ubicados en los sectores de Peine (5) y Borde Este (1). La ubicación de estos puntos se representa en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.4.	La calidad del agua superficial de las vertientes, lagunas, y aguas subterráneas de los acuíferos del borde del Salar se determinará a partir de la medición de parámetros <i>in situ</i> y del muestreo de aguas para su análisis en laboratorio. Estos análisis se realizarán en un laboratorio certificado siguiendo los protocolos y recomendaciones de la norma NCh 411 para el muestreo de aguas y las que indique el laboratorio según sus propios requerimientos. Esta variable se medirá con una periodicidad trimestral, a un total de 40 puntos, y su ubicación se presenta en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.5.	El nivel de agua de las lagunas se medirá como cota topográfica del espejo de agua en m s.n.m. por lo tanto se dispondrá de la cota topográfica de referencia del punto de monitoreo. Esta medida se realizará mediante la instalación de una regla limnimétrica (limnímetro), adherida a una estaca. Este parámetro se medirá de forma manual con una frecuencia mensual, en un total de 17 puntos. La ubicación de estos puntos se presenta en el punto 3.3.4.

Documento	Numeral	Transcripción
	Numeral 3.2.6.	La superficie cubierta por las lagunas (área inundada) se medirá en los sistemas Peine, La Punta-La Brava, Soncor y Quelana donde esta variable se considera además de referencia ubicada en sectores vecinos no influenciados. Esta variable se medirá a partir del análisis de imágenes satelitales por resultar la opción menos invasiva. Se utilizarán imágenes satelitales multiespectrales con un tamaño de pixel de máximo 4 metros que incluirán los sistemas lagunares de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor. Las imágenes de alta resolución se focalizarán en aquellas áreas de mayor interés y se realizará la toma de dos imágenes al año, en julio y diciembre, con un margen de más o menos un mes para asegurar la disponibilidad de imágenes despejadas y sin nubes que pudieran perjudicar el análisis de la misma. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales LANDSAT, de menor resolución, se realizará en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del satélite LANDSAT8 o similar, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición. Para la determinación de la superficie cubierta por lagunas, en la imagen de alta resolución se utilizará metodología Modificación del Índice Normalizado de diferencias de agua (MNDWI), que determina la presencia de agua mediante la respuesta espectral del infrarrojo medio. Esta variable se medirá con una frecuencia semestral para permitir comprender la dinámica estacional, en los cuatro polígonos que se describen en la sección 3.3.3.
	Numeral 3.2.7.	Las variables meteorológicas se medirán a partir de la estación meteorológica denominada EM-Rockwood, en el Salar de Atacama, siendo los siguientes parámetros meteorológicos: Precipitación diaria [mm], Evaporación en lámina libre [mm], Temperatura atmosférica [°C] y Presión Atmosférica [mbar]. Estos parámetros se medirán en forma continua.
	Numeral 3.2.8.	El parámetro de la evapotranspiración se medirá en forma continua a través de lisímetros del tipo "carga constante" u otros equipos que permitan medir la evaporación real en forma continua, y que deberán ser propuestos a la DGA en un plazo máximo de 60 días después de aprobada la RCA del Proyecto. Para ello, estos equipos contarán con la instrumentación e infraestructura necesaria incluyendo, si corresponde, un pequeño piezómetro con un sensor de medición de nivel continuo. Este parámetro se medirá en forma continua en un total de 10 puntos en el Núcleo y Zona Marginal del Salar.
	Numeral 3.2.9	Los volúmenes bombeados de salmuera en el Núcleo y de agua dulce-salobre en los acuíferos del borde del Salar constituyen una salida del recurso hídrico y minero de la cuenca. Estos caudales son considerados en los modelos numéricos para determinar el efecto de esta explotación sobre los niveles freáticos del Núcleo, Zona Marginal o borde del Salar. Se medirá el volumen mensual bombeado, en m ³ , desde cada uno de los pozos que extraen salmuera o agua del acuífero para el presente proyecto, mediante el uso de caudalímetros o flujómetros certificados. La información estará disponible a tiempo real en línea y se remitirá de forma trimestral.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, y dando cumplimiento a lo establecido en la R.E. N° 223/2015 de la SMA, en la Tabla 2-6 se identifican las instituciones que llevaron a cabo las labores de medición, muestreo y análisis según corresponda a las variables ambientales durante el año 2019.

Tabla 2-6 Responsables de Mediciones, Muestreo y/o Análisis

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Medición	Muestreo	Análisis
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Albemarle	No aplica	No aplica
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas	Cedrem Consultores y Apogeos	No aplica	No aplica
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	SGA / Albemarle	No aplica	No aplica
	Aforo de Caudales superficiales	SGA /Albemarle	No aplica	No aplica
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración	SGA / Albemarle	No aplica	No aplica
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	SGA /Albemarle	No aplica	No aplica
	Posición de la Interfase Salina	SGA /Albemarle	No aplica	No aplica
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Albemarle	No aplica	No aplica
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab

Fuente: Elaboración propia.

3 OBJETIVOS

El Plan de Seguimiento Ambiental de los Recursos Hídricos es concebido como una herramienta de gestión para monitorear en forma periódica el componente hídrico de la cuenca del Salar de Atacama en cuanto a sus variables físicas y químicas más importantes, las cuales reflejan y permiten analizar el comportamiento del sistema y de paso permiten la actualización de la modelación numérica. Asimismo, tiene por objeto dar cumplimiento a los considerandos correspondientes a la componente hídrica, asociado al Considerando N° 7, 10.18 y 10.19 de la RCA N° 21/2016.

El monitoreo periódico permite tener información actualizada y trazable a lo largo del tiempo de las variables del sistema hidrológico e hidrogeológico, las cuales permiten analizar el comportamiento del sistema.

Los objetivos específicos de las variables que se monitorean en el presente plan de seguimiento ambiental son los siguientes:

- Monitorear el sistema hidrológico e hidrogeológico general.
- Realizar un análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2019 con respecto a la data histórica existente.
- Realizar un seguimiento sobre variables de referencia ubicados en sectores vecinos no influenciados, lejanos al área de explotación de ALB.
- Realizar un análisis integrado de las variables que corresponda, de manera de prever el comportamiento en el sistema, tanto del Núcleo, Zona Marginal, como acuífero y principalmente en los objetos de protección.
- Verificar el comportamiento previsto del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas (estadísticamente calculadas) como a los efectos de la explotación del Proyecto en los puntos del PAT.
- Facilitar la fiscalización del Proyecto entregando la información levantada en terreno y analizada, proporcionando una herramienta de gestión y control durante la fase de operación del Proyecto y los 5 primeros años de la fase de cierre.

Todo el monitoreo y datos que van siendo registrados y reportados, son analizados en forma cada vez mas robusta e integral, y el analisis de las variables que conforman este informe de PSAH N°4, permite validar las hipotesis consideradas en la evaluacion ambiental.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

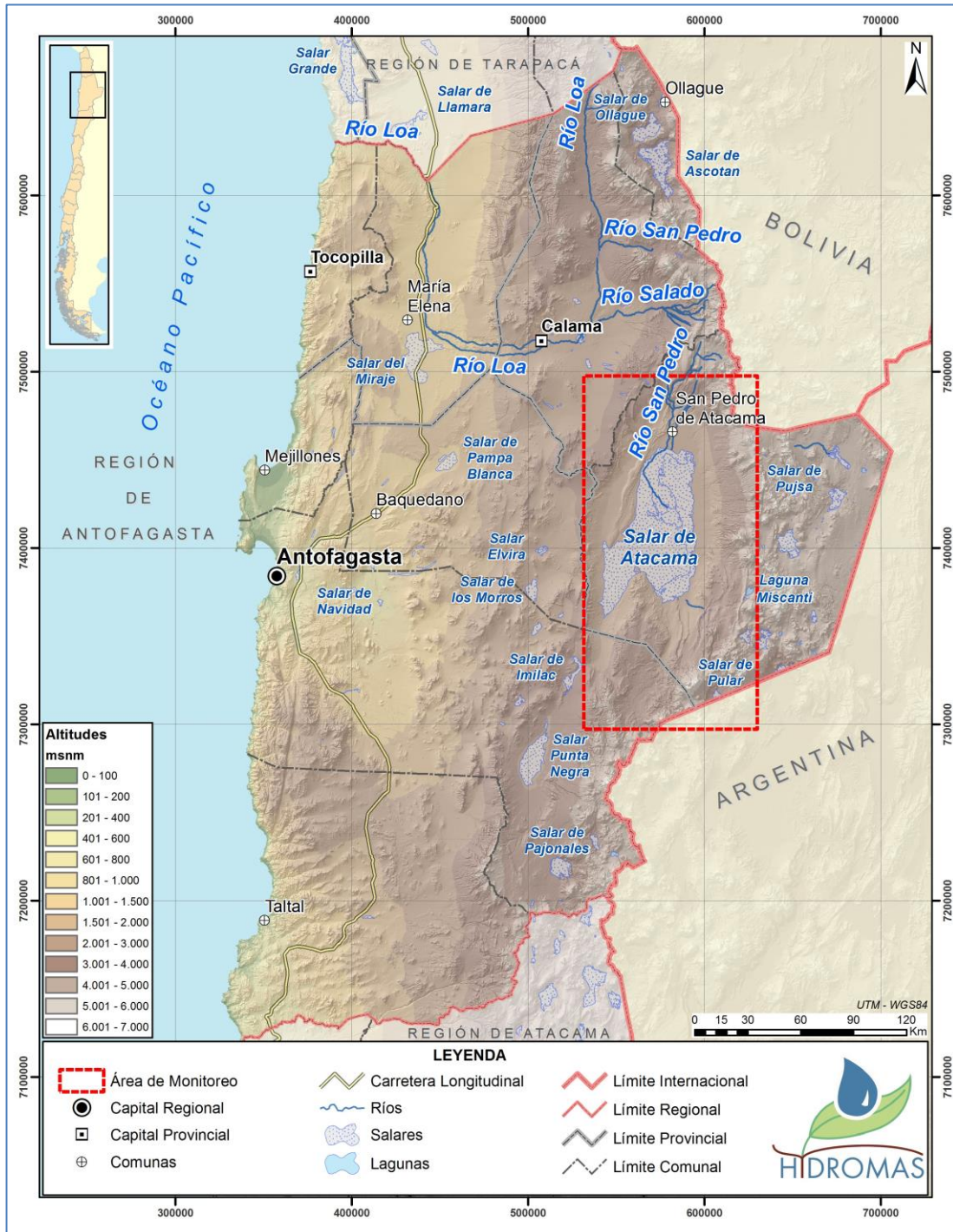
4.1 Área de Estudio

El área de estudio se enmarca en la cuenca hidrológica del Salar de Atacama, la cual se encuentra administrativamente en la comuna de San Pedro de Atacama, en el extremo Oriente de la Región de Antofagasta y muy cercana al límite internacional con las repúblicas de Argentina y Bolivia, como se muestra en la Figura 4-1. El Salar de Atacama se sitúa en una zona plana con una altitud promedio de 2.300 m s.n.m. y se ubica geográficamente dentro de la denominada “Gran Fosa” donde concurren aportes fluviales que desembocan en el Borde Norte del Salar por los ríos San Pedro y Vilama, además de los aportes de vertientes transversales que provienen de las lluvias estivales, y rodeada al oeste por la Cordillera de Domeyko y al Este por la Cordillera Prealtiplánica.

La cuenca del Salar de Atacama corresponde a una cuenca endorreica, en el depocentro de la cual se encuentra el Salar de Atacama. El Salar de Atacama está compuesto mayoritariamente por depósitos evaporíticos (cloruros, sulfatos y carbonatos) con intercalaciones menores de materiales detríticos (arcillas, limos, cenizas de origen volcánico, y arenas). A su vez, el Núcleo del Salar está compuesto principalmente por halita con un espesor que puede superar los 1.800 m., y en superficie se encuentra una costra de este material. La formación del Núcleo y de la costra se interpreta por efecto de la evaporación de salmuera desde una profundidad muy somera, inferior a 1 m. En el depósito de halita del Núcleo del Salar se encuentra un acuífero de salmuera, el cual presenta en general, en sus primeros 50 metros, valores de porosidad y la conductividad hidráulica mayores que en el resto del acuífero en profundidad.

En los límites norte, sur y este del Núcleo, se sitúa una banda de sedimentos evaporíticos de color más claro, lo que se denomina Zona Marginal. En la Zona Marginal este y sur, se sitúa la Interfase Salina, que separa las aguas dulces-salobres, de densidad menor ($\approx 1 \text{ g/cm}^3$) procedentes de los acuíferos de estos bordes, de la salmuera más densa ($\approx 1,22 \text{ g/cm}^3$) presente en el Núcleo. En el Norte, donde la zona Marginal es mucho más amplia, no se ha observado la presencia de una Interfase Salina brusca, sino una gran zona de transición, o interfase difusa, de más de 30 km de ancho, en la que las aguas procedentes de las subcuencas aportantes del Norte, así como de la infiltración de los cauces de los ríos Vilama y San Pedro, se van salinizando progresivamente, hasta convertirse en salmuera, ingresando al Núcleo por el Norte.

Figura 4-1 Ubicación General del Salar de Atacama

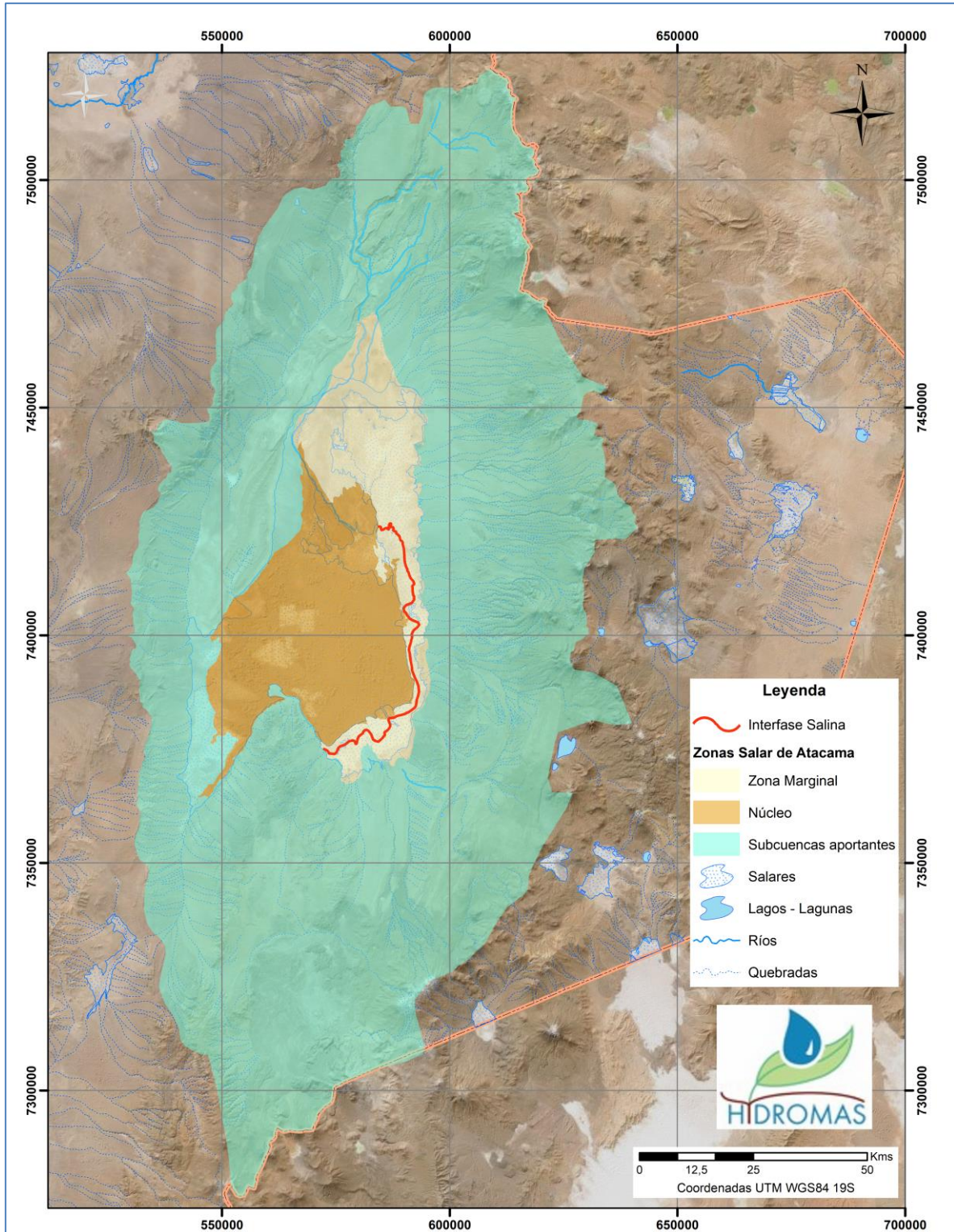


Fuente: Elaboración propia.

La Interfase Salina en los bordes este y sur supone una separación hidráulica subterránea, de tal manera que el flujo procedente desde los acuíferos de las subcuencas aportantes se ve forzado a ascender, alcanzando la superficie y formando los Sistemas Lagunares permanentes, como es el caso de los sistemas de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor.

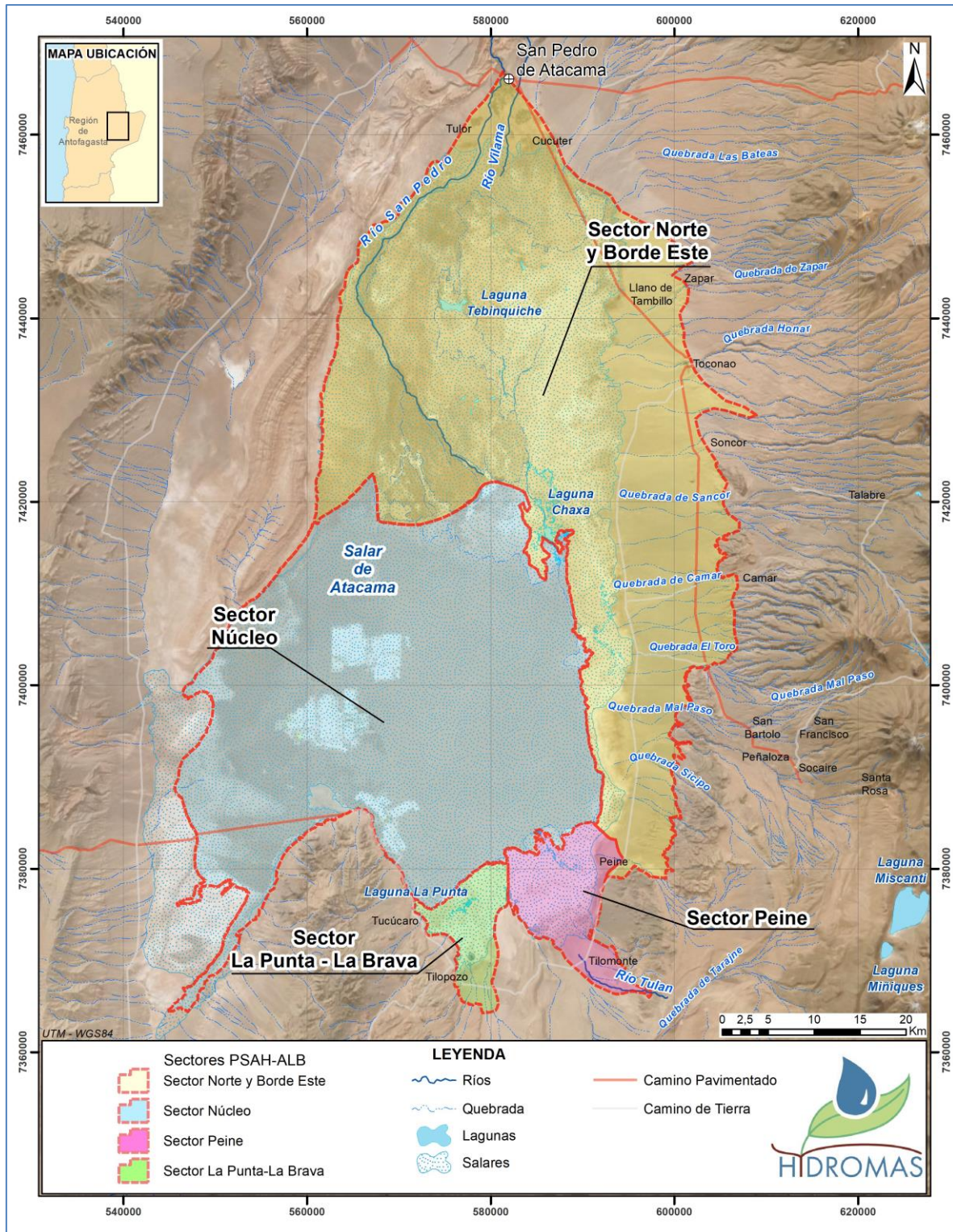
Los monitoreos que se realizan en el marco de este PSAH se circunscriben al Núcleo y a la Zona Marginal del Salar de Atacama, áreas que se presentan en la Figura 4-2. Dichas áreas son divididas para el análisis del PSAH en los sectores denominados “La Punta – La Brava”, “Peine”, “Norte y Borde Este” y “Núcleo”, tal y como se muestra en la Figura 4-3.

Figura 4-2 Zonas en el Salar de Atacama



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-3 Sectores del PSAH



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Variables Ambientales, Parámetros y Ubicación de los Puntos de medición y muestreo

En la Tabla 4-1 se resumen las 9 variables ambientales que se monitorean periódicamente en el área de estudio, los parámetros utilizados para caracterizar el estado y evolución de las variables, el número de puntos de monitoreo para cada variable y su frecuencia de monitoreo.

Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Parámetros	N° de mediciones	Frecuencia de Medición
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Precipitación diaria en [mm], Temperatura atmosférica en [°C], Evaporación en lámina libre en [mm], Presión atmosférica en [mbar]	1	Diaria (Continuo)
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas	Superficie en [m ²] de sistemas lagunares	4	Semestral
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Nivel en [m s.n.m.]	17	Mensual
	Aforo de Caudales superficiales	Caudal en [L/s]	6	Trimestral
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración	Flujo de evaporación en [mm/día]	22	Trimestral (Domos)
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Profundidad Nivel en [m s.n.m.]	124	Mensual
	Posición de la Interfase Salina	Conductividad Eléctrica [μS/cm] v/s Profundidad [m s.n.m.]	14	Trimestral
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Caudal de salmuera en [L/s]	80 Pozos*	Mensual
		Caudal de agua industrial en [L/s]	2 y pozo Peine	Mensual
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros Físicos <i>in situ</i>: pH, C.E., T°, TDS y Oxígeno Disuelto. - Parámetros físico-químicos laboratorio: pH, C.E., TDS y Densidad. - Elementos mayoritarios disueltos: Cl⁻, SO₄⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, y K⁺. - Elementos mayoritarios totales: Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, y K⁺. - Elementos minoritarios y trazas disueltos: B, Li, Sr. - Elementos minoritarios y trazas totales: Al, As, B, Fe, Li, Si, Sr. 	40	Trimestral

* Corresponde a la cantidad total de pozos que se han bombeado durante 2019.
Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la variable evapotranspiración, la instalación prevista de lisímetros en la cuenca para la medición continua de esta variable se encuentra finalizada, y actualmente los lisímetros se encuentran en un periodo de marcha blanca. A continuación, se entrega el contexto de la instalación de estos equipos y su estado actual, en atención a las gestiones desarrolladas para el acuerdo de sus características y ubicaciones con la Dirección General de Aguas:

- El Anexo 3 (numeral 3.3.2) de la Adenda 5 del EIA señala que *“La evapotranspiración real se medirá a partir de lisímetros u otros equipos que se instalarán en 10 puntos de medición distribuidos en el Núcleo y la Zona Marginal del Salar. Los equipos que se instalarán y sus características serán acordados con la DGA en dos reuniones técnicas que se realizarán en hasta 60 días después de la aprobación del Proyecto. Estos equipos podrán ser calibrados o ajustados, si corresponde, con las mediciones realizadas con domos.”*
- En el punto 3.4 del Anexo 3 de la Adenda 5 se indicó además que *“Posteriormente a estas reuniones se procederá a la habilitación de los puntos de control de la evaporación lo cual finalizará en un plazo máximo de 12 meses desde la aprobación del proyecto”*.
- En ORD N° 15 de pronunciamiento de la DGA sobre el ICSARA 5 del Proyecto este servicio sugirió (“aclara”) que *“dicho plazo deberá contabilizarse a partir del Oficio que DGA envíe a la SMA, pronunciándose sobre los equipos y sus características”*.
- Los puntos anteriores fueron recogidos en la RCA con la condición específica 10.4, que indica *“Los equipos que se instalarán y sus características para las mediciones para el PSA y PAT en el Salar de Atacama, deberán ser propuestos a través de un informe escrito a presentar a la SMA, con copia a la DGA”*, la condición específica 10.5, que dice *“La ubicación de los lisímetros a instalar –u otros equipos- para el PSA y PAT en el Salar de Atacama, deberá ser propuesta por el titular con un informe escrito a presentar a la SMA (...)”*, y la condición específica 10.6, que dice *“La distribución del instrumental destinado a medir evaporación para el PSA y PAT en el Salar de Atacama deberá ser representativa de la heterogeneidad del Salar. Por ello, se pide agregar un lisímetro en el borde oeste del Salar.”*

Con respecto a las condiciones 10.5 y 10.6, se realizaron dos reuniones técnicas con la DGA con fecha 25 de febrero 2016 y 17 de marzo 2016 para tratar el tema. Posteriormente, con fecha 23 de junio de 2016, se ingresó a la DGA el informe con la propuesta de ubicación de los 10 lisímetros contemplados en la RCA N° 21/2016, mediante carta GG499/2016. Más adelante, con fecha 24 de octubre 2016 se recibieron observaciones al informe¹⁶ las cuales

¹⁶ Ord DGA N° 597 de 24.10.2016.

fueron respondidas mediante el informe de respuestas ingresado a la DGA el 17 de marzo 2017, mediante carta MA017/2016. Después de esto, con fecha de 09 de junio de 2017, se recibieron más observaciones a dicho informe de respuestas¹⁷. Con el fin de aclarar principalmente el requerimiento de la DGA de instalar un lisímetro en el borde oeste, el 07 de julio de 2017 se realizó otra reunión técnica y con fecha 01 de diciembre de 2017 se ingresó formalmente el informe de respuestas a las observaciones del último oficio ordinario, con carta MA104/2017, atendiendo lo conversado en la última reunión técnica con respecto a la ubicación de los lisímetros y contemplando la instalación de un onceavo lisímetro en el borde oeste del Salar de Atacama. Con fecha de 21 de diciembre de 2017 la DGA se pronunció¹⁸ validando la ubicación de los 11 lisímetros. Los respaldos de los ordinarios DGA citados se adjuntan en el Anexo M.

Una vez que fue recepcionado el Ord. DGA N° 875 de 21.12.2017, se realizaron presentaciones al Consejo de Pueblos Atacameños, comunidades y terceros para describir las actividades a realizar, así como solicitar las autorizaciones respectivas para realizar la implementación de estos equipos.

La campaña de instalación de los 11 lisímetros a implementar, se inició el día 13 de agosto de 2018, luego de que se obtuviese la mayoría de las aprobaciones por parte de las comunidades y terceros en donde serían emplazados estos puntos, finalizando las actividades el 05 de diciembre de 2018 con la totalidad de los lisímetros construidos. Durante este proceso, se realizaron 2 reuniones con la DGA Región de Antofagasta, la primera tuvo lugar el día 12 de junio de 2018 con objeto de presentar a la autoridad el cronograma de trabajo, las características de las estaciones a implementar, el estado de avance de la solicitud de permisos a comunidades y/o terceros; y las actividades a desarrollar durante la construcción de cada una de éstas. En la segunda reunión, sostenida el día 09 de noviembre de 2018, se presentó el avance de los trabajos de implementación, y un nuevo cronograma, en función del avance de las obras.

El día 7 de enero 2019, se ingresó a la SMA carta donde se informa que, con fecha 05 de diciembre de 2018 finalizaron las labores de “Construcción de 11 lisímetros a lo largo del Salar de Atacama”, con lo que se dió por finalizada la implementación del PSAH. Para complementar lo anterior, el 15 de julio de 2019, se entregó a la SMA el Informe “Finalización de Implementación de la Red de Monitoreo PSA, según RCA N°21/2016”, con el detalle de la construcción de los 11 lisímetros.

¹⁷ Ord DGA N° 348 de 09.06.2017.

¹⁸ Ord DGA N° 875 de 21.12.2017.

Es importante señalar que, el 30 de octubre 2019, se tuvo una reunión con la SMA Nivel Central, donde se indicó que los lisímetros no estaban cumpliendo la función de carga constante. A la fecha, se está trabajando en identificar las posibles causas de lo que acontece y buscando soluciones para lograr que el sistema funcione de manera correcta. Sin perjuicio de lo anterior, ALB se encuentra trabajando en un informe de diagnóstico de esta situación, a solicitud de la SMA Nivel Central, el cual se entregará a la brevedad, una vez se encuentre finalizado.

Por otra parte, se debe mencionar que en octubre de 2019, la estación hidrometeorológica LS-09, ubicada en el sector Tilopozo, fue destruida por terceros producto de las manifestaciones que acontecieron en el país, debido al “estallido social”, quedando no operativa. A la fecha de este informe, la estación aún no ha sido reparada.

Sin perjuicio de todo lo mencionado respecto al funcionamiento de los lisímetros, según lo establecido en la RCA N° 21/2016 y para dar continuidad a las mediciones, mientras no operen de forma definitiva los lisímetros, se continuarán realizando las campañas trimestrales de medición de evapotranspiración con domos¹⁹, las cuales se mantendrán en el tiempo hasta la fecha que disponga la Autoridad Ambiental, por cuanto permitirán correlacionar las mediciones con los lisímetros.

Para el caso de las variables meteorológicas, la medición de los parámetros se realizará de manera continua para cada una de ellas. Sin embargo para efectos de entregar los resultados, esta información continua se integra a un valor por día.

Asimismo, es necesario señalar que en el caso de la información proveniente de caudales bombeados, se realiza un monitoreo en línea y en tiempo real.

A efectos de entregar los resultados de los análisis respectivos, las variables niveles freáticos, niveles limnimétricos de lagunas, posición de la Interfase Salina, aforo de caudales superficiales y calidades químicas de aguas superficiales y subterráneas, se presentan agrupadas en cuatro sectores de la cuenca mostrados en la Figura 4-3, determinados según sus características hidrológicas e hidrogeológicas, a saber:

- Sector La Punta-La Brava
- Sector Peine
- Sector Norte y Borde Este
- Sector Núcleo

¹⁹ En el Anexo 3 del Adenda 5 se indica que “Mientras se instala la nueva red de medición el titular deberá continuar con la red de monitoreo de evaporación y metodología del domo utilizada para los trabajos de la Adenda 5, con una frecuencia trimestral”. El método de los domos permite obtener información puntual de la evapotranspiración.

Para el caso de las variables meteorológicas, evapotranspiración y superficie lagunar, el análisis de la información se realiza a nivel de cuenca.

En cuanto a los bombeos de salmuera, éstos son analizados por área de bombeo.

Es importante señalar que todos los monitoreos realizados en torno a las lagunas han cumplido con el protocolo de acceso a zonas sensibles, presentado en el Apéndice B, Anexo 3 de la Adenda 5, de manera de no generar perturbación sobre las lagunas en la época de reproducción de flamencos y otras aves del lugar, ni de transgredir los procedimientos de CONAF ni de las comunidades administradoras de estos sectores de la cuenca, en particular las comunidades de Camar, Coyo, Toconao y Peine. De este modo, y de acuerdo a los permisos otorgados, hubo ciertas variables, tales como niveles freáticos, altura limnimétrica, calidad química del agua y evapotranspiración, que no fueron medidas siempre con la periodicidad deseada, con el fin de respetar los protocolos.

4.2.1 Implementación del Plan de Monitoreo

El Plan de Seguimiento Ambiental contempla un total de 150 puntos de monitoreo u observación. Al momento de aprobarse la RCA, en enero del 2016, se encontraban implementados 97 puntos por lo que la implementación total de la red de monitoreo quedó establecida en la evaluación ambiental de acuerdo al programa que se presenta en la Figura 3-10, Anexo 3 de la adenda Adenda 5 del EIA.

El programa de implementación de la infraestructura de la red de monitoreo fue concebido en cuatro etapas sucesivas, de 6 meses cada una, donde los meses se contabilizan desde la fecha de inicio del Proyecto (28.09.2016). Esta fecha de inicio fue informada con una semana de anticipación a la SMA con Carta MA012/2016, recepcionada con fecha 21.09.2016, SMA Cod.50067.

A la fecha del presente documento, se ha informado la implementación de las cuatro etapas a la SMA mediante carta MA 02/2017 (Etapa 1), MA 035/2017 (Etapa 2), MA 064/2017 (Etapa 3), MA 087/2017 (Etapa 4) y, mediante carta del 07 de enero de 2019, se informa la finalización de las labores de construcción de los 11 lísímetros a lo largo del Salar de Atacama, dando así por finalizada la implementación de la red de monitoreo del PSAH. De forma complementaria, con fecha 15 de julio de 2019, se hace entrega del Informe “Finalización de Implementación de la Red de Monitoreo PSA, según RCA N°21/2016”, que incluye el detalle de la construcción de los 11 lísímetros a lo largo del Salar de Atacama²⁰.

²⁰ Toda esta comunicación con la Autoridad puede ser consultada en el Anexo M de este Informe.

Es importante señalar que, a pesar de lo programado, a ALB le tomó mas de 24 meses poder dar por finalizada la implementación completa de la red de monitoreo debido a los tiempos que tomaron todas las gestiones ante la Autoridad y las Comunidades, además de los tiempos de ejecución de las distintas tareas, lo que se constata a través de todo lo expuesto en el apartado anterior. A la fecha de presentación de este informe, aun se encuentra en periodo de marcha blanca la implementación de la medición de EVT con los lisímetros instalados.

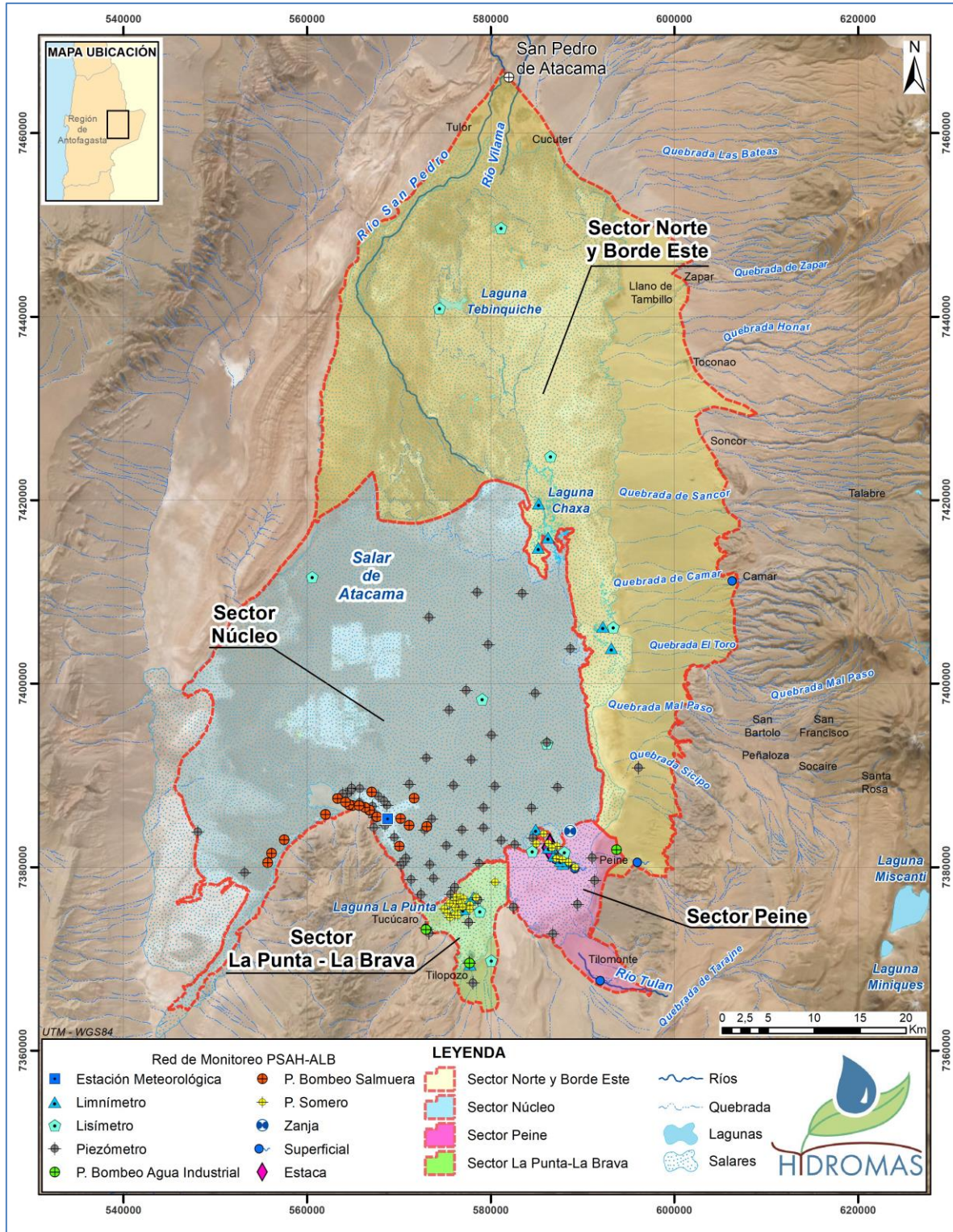
En la Figura 4-4 se presenta, de forma resumida, la línea de tiempo correspondiente a la implementación de la red de monitoreo PSA, destacando los principales hitos.

En la Figura 4-5 se muestra de manera general la ubicación de los puntos que componen la red de monitoreo en los distintos sectores, señalando el tipo de medición asociada y grilla coordenadas UTM *Datum* WGS 84 Huso 19 Sur.

En cuanto a las coordenadas y elevaciones definitivas de los puntos de monitoreo de la red, la condición específica 10.3 de la RCA N° 21/2016 indica que: *“El titular deberá remitir un completo Informe de la nivelación de precisión a realizar respecto de cada uno de los puntos de medición que lo requieran (pozos, reglillas y todos los otros puntos del PSA y del PAT), con los debidos antecedentes de respaldo”*. Este levantamiento topográfico ya fue realizado por equipo consultor, pero a la fecha se encuentra en revisión por parte de ALB, por ende será entregado en el corto plazo a la Autoridad.

Sin perjuicio de lo indicado en el párrafo precedente, mediante carta ingresada con fecha 7 de mayo 2019, y dando cumplimiento a lo establecido en condición específica 10.10 de la RCA 021/2016 referente a *“Sobre el nivel de las lagunas, la cota topográfica de referencia deberá ser revisada y validada por la SMA cada 2 años”*, se hizo entrega a la SMA de informe del levantamiento topográfico georreferenciado, realizado entre fines del año 2018 y principios del año 2019, a los 17 limnímetros y a las 4 estacas pertenecientes a la red del PSAH que se encuentran instalados en los cuerpos de agua del Salar. A la fecha, ALB no ha tenido respuesta por parte de la SMA respecto del informe entregado, por lo que las coordenadas y cotas presentadas en este informe son las correspondientes a las reportadas en los informes trimestrales del año 2019. La carta ingresada con fecha 7 de mayo 2019 se adjunta en el Anexo M de este Informe.

Figura 4-5 Red de Monitoreo PSAH



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Red de Monitoreo Variables Meteorológicas

La medición de las variables meteorológicas se realiza actualmente en la estación denominada “EM-Rockwood”, la cual está ubicada en las instalaciones que tiene ALB en el Núcleo del salar. Al respecto, cabe recordar que esta estación comenzó su funcionamiento el 28 de abril de 2016, y que reemplaza la antigua estación denominada EM-SCL (también denominada “Planta SCL” en la Adenda 5), sustentada en la necesidad de incluir la medición de la variable de presión atmosférica comprometida en la RCA N° 21/2016 y además a la incorporación de mejoras tecnológicas.

En la Tabla 4-2 y en la Figura 4-6 se indica la ubicación de las estaciones meteorológicas instaladas en la cuenca, las que son de propiedad de la DGA y de terceros, cuya información debe ser integrada al PSAH a medida que se encuentre disponible, tal como fue indicado en el Anexo 3 de la Adenda 5.

Tabla 4-2 Estaciones Meteorológicas

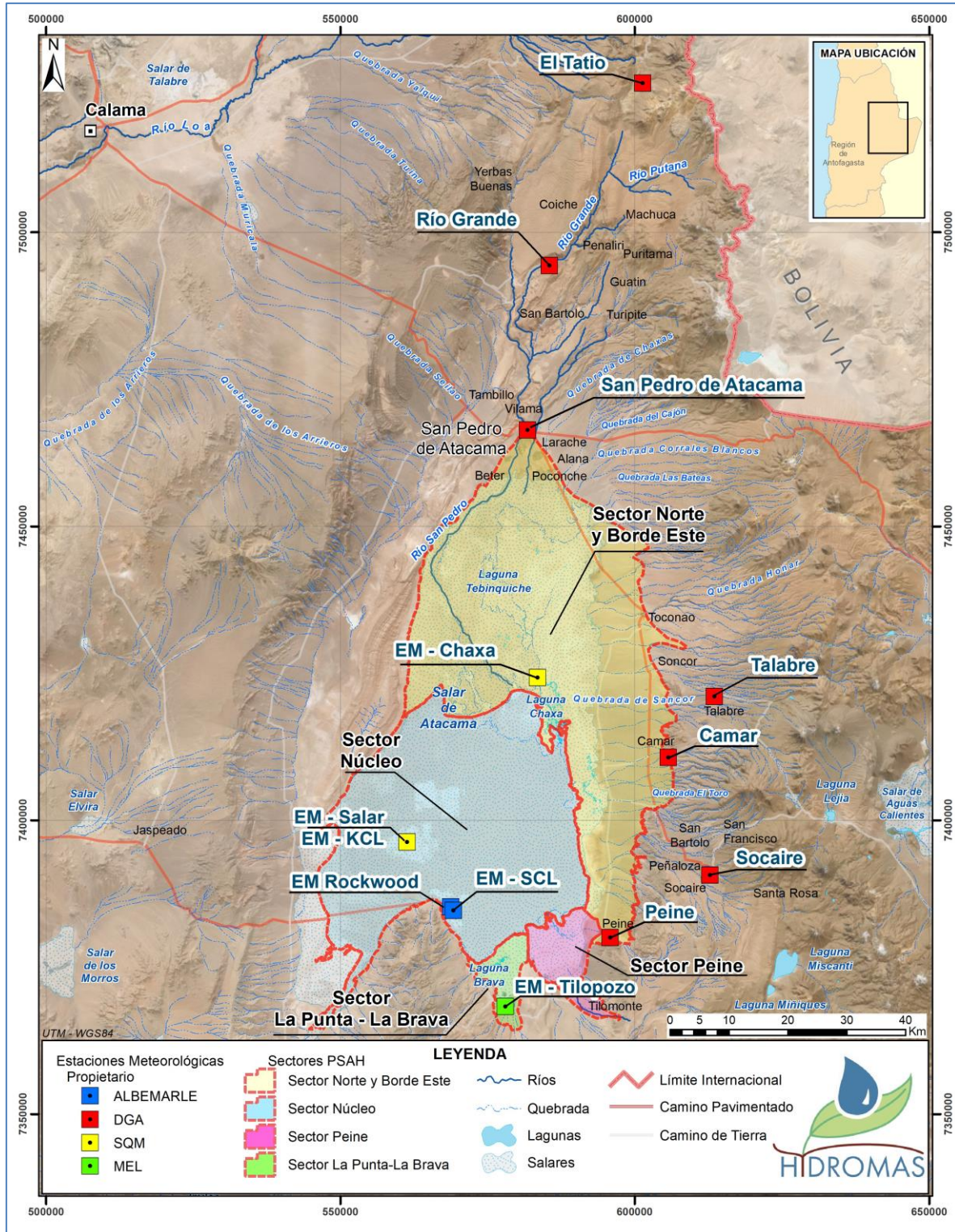
Nombre	Coordenadas UTM (Datum WGS 84/Huso 19S)		Cota Referencia [m s.n.m.]	Propietario
	Este (m)	Norte (m)		
EM-SCL	569.244	7.384.662	2.300	ALBEMARLE
EM-Rockwood	568.772	7.385.236	2.300	ALBEMARLE
Camar	605.746	7.410.665	2.700	DGA
El Tatio	601.377	7.525.377	4.370	DGA
Peine	595.837	7.380.038	2.460	DGA
Río Grande	585.501	7.494.353	3.250	DGA
San Pedro de Atacama	581.811	7.466.358	2.450	DGA
Socaire	612.802	7.390.681	3.251	DGA
Talabre	613.518	7.421.064	3.300	DGA
EM-Chaxa ²¹	583.508	7.424.264	2.304	SQM
EM-Salar	561.348	7.396.266	2.300	SQM
EM-KCI ²²	561.376	7.396.241	2.300	SQM
EM-Tilopozo	578.068	7.368.320	2.313	MEL

Fuente: Elaboración propia.

²¹ Informe N° 21 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” de SQM Salar S.A. presenta coordenadas UTM: 583.530,01 mE; 7.424.240,32 mN.

²² EM-KCL reemplazó EM-Salar en el año 2015.

Figura 4-6 Estaciones Meteorológicas



Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración

Como ha sido mencionado, se ha comprometido que las tasas de evapotranspiración se medirán de forma continua con lisímetros, sin embargo, y según lo expuesto en el apartado 4.2, la operación de estos equipos se encuentra en su fase final (marcha blanca). Con el propósito de dar cumplimiento a lo establecido en la RCA y dar continuidad a las mediciones se han realizado campañas trimestrales de medición con domos, que entregan información puntual de la evapotranspiración. En la Tabla 4-3 se presenta la información de los puntos de medición incluyendo su ubicación, concordancia con los futuros lisímetros, sector al cual se asocia la medición y la nomenclatura utilizada.

Tabla 4-3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración

Punto de Monitoreo 2019	Red de Monitoreo Lisímetros	Sector	Coordenadas UTM (Datum WGS 84/Huso 19S)		Cota referencia [m s.n.m.]
			Este (m)	Norte (m)	
EVT-1	-	Norte y Borde Este	584.844	7.452.662	2.354,00
EVT-2	-	Norte y Borde Este	587.174	7.452.186	2.353,00
EVT-3	LS-01	Norte y Borde Este	580.655	7.449.818	2.340,00
EVT-4	LS-02	Norte y Borde Este	574.421	7.440.912	2.319,00
EVT-5	-	Norte y Borde Este	576.531	7.440.666	2.315,00
EVT-6	LS-03	Norte y Borde Este	586.521	7.424.624	2.305,00
EVT-7	-	Norte y Borde Este	589.510	7.424.633	2.310,00
EVT-8	-	Norte y Borde Este	592.323	7.424.633	2.323,00
EVT-9	LS-05	Núcleo	579.095	7.398.299	2.300,00
EVT-10	LS-06	Núcleo	586.123	7.393.805	2.300,00
EVT-11	-	Norte y Borde Este	591.423	7.393.882	2.303,00
EVT-12	-	Norte y Borde Este	591.748	7.394.054	2.305,00
EVT-13	-	Núcleo	572.869	7.384.102	2.300,00
EVT-15	-	Peine	590.373	7.383.699	2.300,36
EVT-16	-	Peine	591.963	7.383.004	2.303,04
EVT-17	LS-07	Peine	584.498	7.381.744	2.302,00
EVT-18	-	Peine	586.590	7.382.164	2.300,00
EVT-19	-	La Punta-La Brava	578.228	7.376.559	2.301,00
EVT-20	LS-10	La Punta-La Brava	578.855	7.375.174	2.304,00
EVT-21	-	La Punta-La Brava	578.733	7.372.927	2.306,00
EVT-22	LS-09	La Punta-La Brava	580.073	7.369.821	2.310,30
EVT-23	LS-08	Peine	587.897	7.380.946	2.304,00
-	LS-04*	Norte y Borde Este	593.358	7.406.165	2.300,19
-	LS-11*	Núcleo	560.582	7.411.613	2.300,15

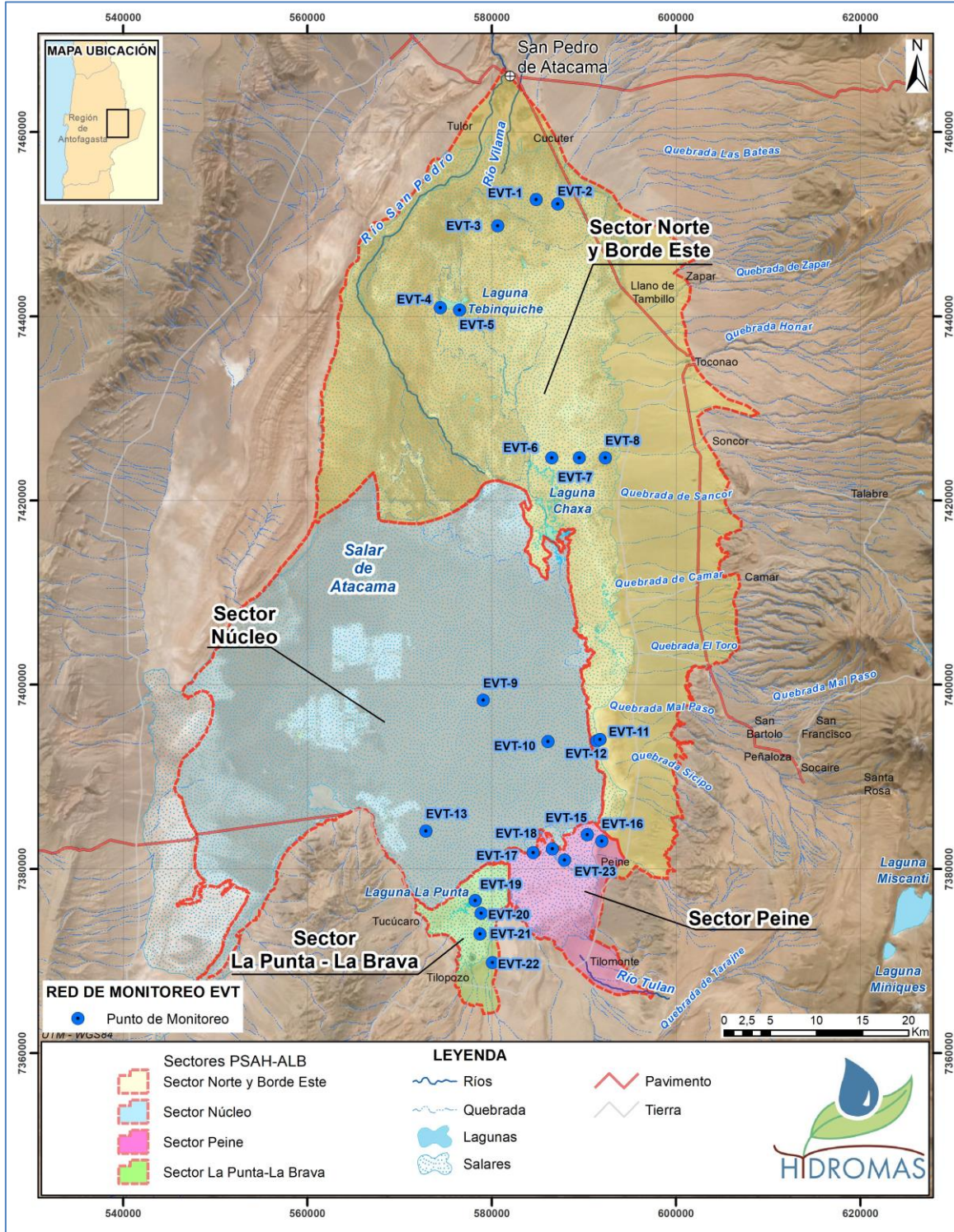
Nota: Cota Referencia y coordenadas UTM, corresponden a las presentadas en la Adenda 5.

* Los puntos de monitoreo LS-04 y LS-11 no se han medido nunca con domo ya que, aun habiendo en 2019 un lisímetro instalado en cada punto, estos no tiene un punto equivalente de medición con domo (EVT-XX).

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-7 se muestran la ubicación de los puntos en donde actualmente se mide la evapotranspiración a través de domo.

Figura 4-7 Red Monitoreo Evapotranspiración



Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Red de Monitoreo Superficie Cubierta por Lagunas

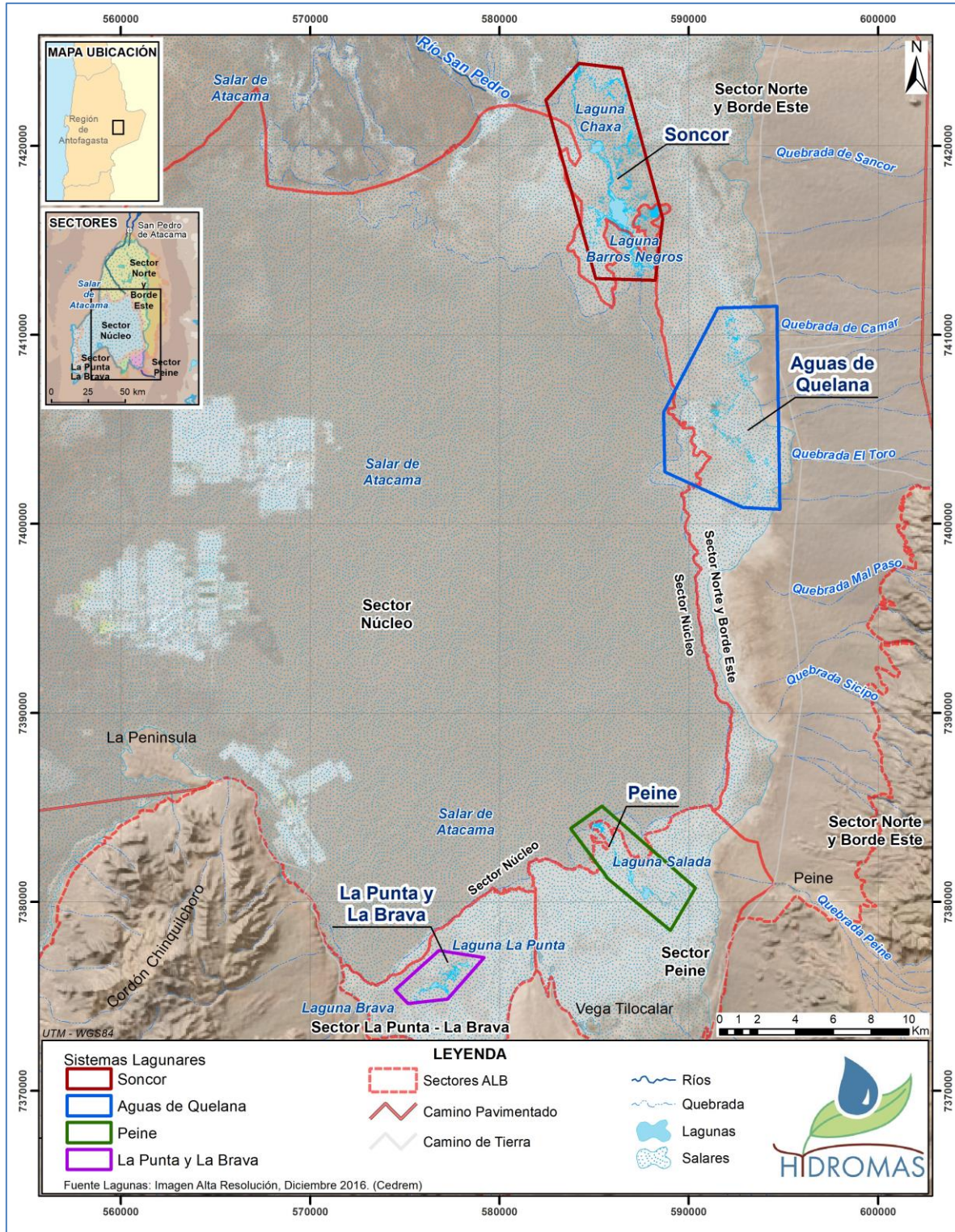
El área inundada por la superficie lagunar se mide a través de imágenes satelitales de alta resolución y apoyo en terreno, considerando cuatro polígonos de evaluación, uno para cada sistema lagunar objeto de protección del Proyecto. Los vértices de los polígonos se indican en la Tabla 4-4, y su ubicación espacial en la Figura 4-8.

Tabla 4-4 Vértices de los polígonos usados para evaluar superficie lagunar

Sistema Lagunar	Nombre del Nodo	Coordenadas UTM (Datum WGS84/Huso 19S)	
		Este (m)	Norte (m)
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 1	574.483	7.375.332
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 2	576.811	7.377.422
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 3	579.192	7.377.051
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 4	577.261	7.374.855
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 5	575.171	7.374.617
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 6	574.483	7.375.332
Sistema Peine	Nodo 1	583.770	7.383.878
Sistema Peine	Nodo 2	585.410	7.385.068
Sistema Peine	Nodo 3	590.358	7.380.729
Sistema Peine	Nodo 4	589.035	7.378.480
Sistema Peine	Nodo 5	585.648	7.381.285
Sistema Peine	Nodo 6	585.675	7.381.311
Sistema Peine	Nodo 7	583.770	7.383.878
Sistema Soncor	Nodo 1	588.234	7.412.889
Sistema Soncor	Nodo 2	585.093	7.412.988
Sistema Soncor	Nodo 3	582.447	7.422.414
Sistema Soncor	Nodo 4	584.200	7.424.366
Sistema Soncor	Nodo 5	586.482	7.424.101
Sistema Soncor	Nodo 6	588.631	7.416.164
Sistema Soncor	Nodo 7	588.234	7.412.889
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 1	591.549	7.411.420
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 2	594.658	7.411.519
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 3	594.823	7.400.770
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 4	592.872	7.400.869
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 5	588.738	7.402.754
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 6	588.672	7.405.896

Fuente: Adenda 5 del Proyecto.

Figura 4-8 Red Superficie Cubierta por Lagunas



Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Red de Monitoreo Niveles, Posición de la Interfase Salina, Aforos y Calidad Química

Las variables niveles (superficiales y piezométricos), posición de la Interfase Salina, aforos y calidad química del agua superficial y subterránea, se abordan de manera conjunta en este numeral tal y como propone el Anexo 3 de la Adenda 5 que aprobó el Proyecto. Esto, porque en varios de los puntos de monitoreo se mide más de una variable e hidrogeológicamente se relacionan entre sí. Para facilitar el seguimiento de resultados, cada uno de los puntos se presenta asociado a los sectores que han sido indicados previamente, a saber La Punta-La Brava, Peine, Norte y Borde Este y Núcleo.

La red de puntos de monitoreo se encuentra compuesta por:

- Piezómetros someros: también denominados como barrenos, cuya sigla corresponde a BA-XX²³. Son piezómetros de poca profundidad, hasta 2 m, realizado por métodos manuales o con ayuda de maquinaria ligera también de pequeño diámetro (2-3 pulgadas) que permite medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas.
- Piezómetros: perforaciones de pequeño diámetro (2-5 pulgadas), realizada con maquinaria de perforación generalmente pesada, de profundidad variable, que sirven para medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas en un punto específico.
- Multipiezómetros: se define de esta forma al conjunto constituido por dos o tres piezómetros independientes, perforados y habilitados a diferentes profundidades. El nombre de cada multipiezómetro comienza con las iniciales MP, seguidas de un número correlativo y finaliza con una letra; A, B o C, cuyo significado es el siguiente:
 - MP-XXA: piezómetro perforado y habilitado sobre la posición de la Interfase Salina, es por tanto el menos profundo de los tres y sirve para la medición del nivel de agua y muestrear el acuífero de agua salobre.
 - MP-XXB: piezómetro habilitado únicamente por debajo de la posición de la Interfase Salina, destinado a la toma de muestras de salmuera.
 - MP-XXC: piezómetro perforado por debajo de la interfase y habilitado en su totalidad, se destina a la realización de perfiles de conductividad y temperatura.
- Pozos de extracción: perforaciones de mayor diámetro (20 a 60 pulgadas), realizados generalmente con maquinaria de perforación pesada, destinados a la extracción tanto de agua industrial como de salmuera.
- Zanjas: son excavaciones realizadas en el terreno mediante maquinaria tipo retroexcavadora, con profundidad en torno a los 5 metros, que permite medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas.

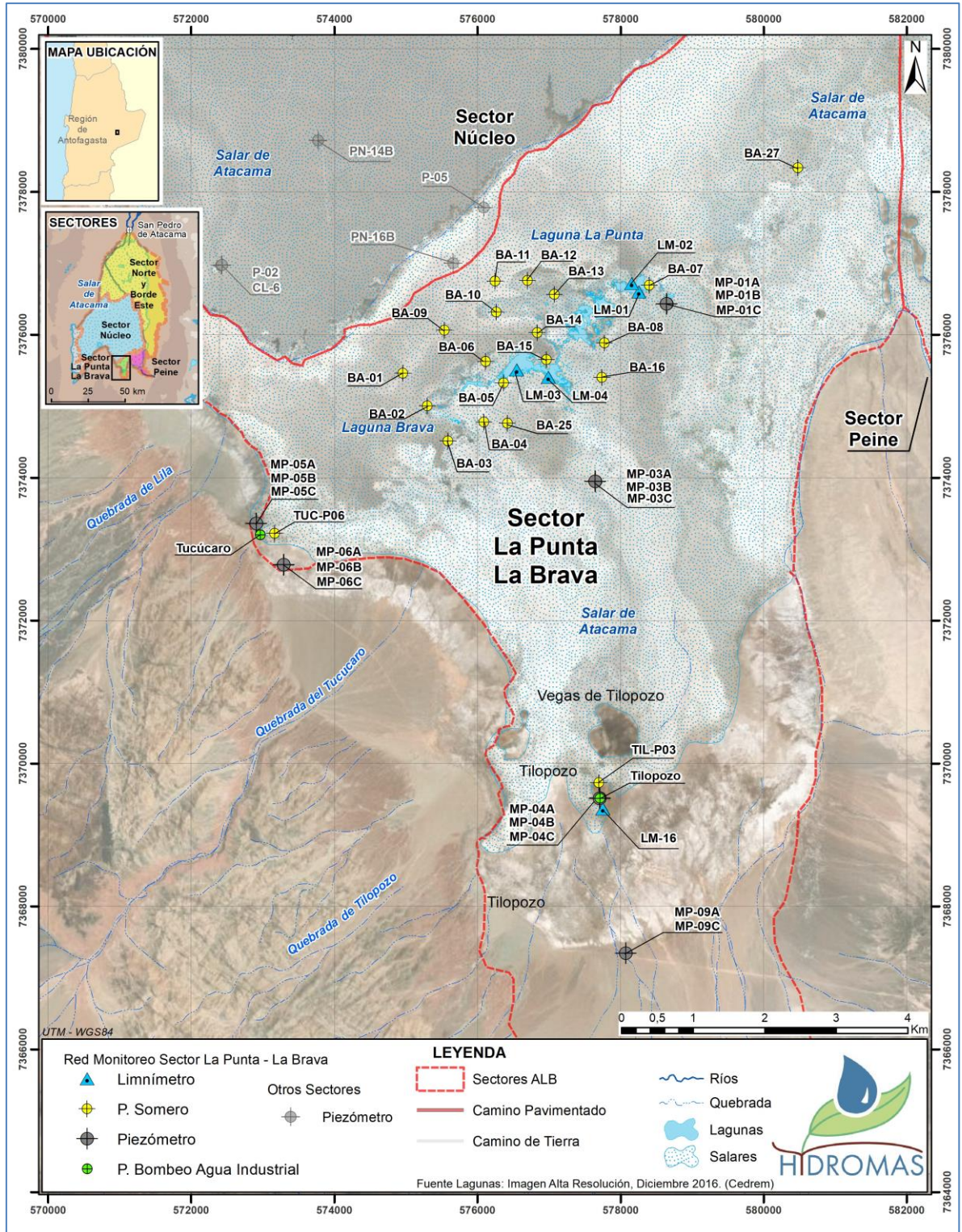
²³ Se indica que “XX” corresponde a una denominación para abreviar números correlativos que indican nombre de punto de monitoreo.

Sector La Punta- La Brava

Este sector abarca el área de la Zona Marginal alrededor del sistema lagunar La Punta-La Brava y el área del Borde Sur de la cuenca frente a estas lagunas. La Figura 4-9 muestra la distribución de estos puntos según su tipología y la Tabla 4-5 presenta los 44 puntos de monitoreo considerados en este sector indicando las variables que deben ser medidas en cada punto, mediante una “X”.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “BA” para representar barrenos o piezómetros someros, “LM” corresponde a limnímetros y “MP” a multipiezómetros. Otros puntos de monitoreos preexistentes al desarrollo de esta red de monitoreo mantienen otra nomenclatura, pero se identifica claramente su tipología en la figura mediante la simbología que se indica en la leyenda.

Figura 4-9 Puntos de Monitoreo Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-5 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	BA-01	574.964	7.375.461	2.300,92	P. somero			x		
2	BA-02	575.305	7.375.003	2.301,37	P. somero			x		
3	BA-03	575.594	7.374.516	2301,46	P. somero			x		
4	BA-04	576.096	7.374.776	2.301,35	P. somero			x		
5	BA-05	576.373	7.375.324	2.301,09	P. somero			x		
6	BA-06	576.120	7.375.626	2.301,41	P. somero			x		
7	BA-07	578.406	7.376.692	2.300,88	P. somero			x		
8	BA-08	577.783	7.375.887	2.301,15	P. somero			x		
9	BA-09	575.545	7.376.062	2.300,79	P. somero			x		
10	BA-10	576.268	7.376.317	2.300,79	P. somero			x		
11	BA-11	576.254	7.376.750	2.300,93	P. somero			x		
12	BA-12	576.707	7.376.759	2.301,00	P. somero			x		
13	BA-13	577.081	7.376.565	2.301,08	P. somero			x		
14	BA-14	576.842	7.376.029	2.301,38	P. somero			x		
15	BA-15	576.968	7.375.650	2.301,13	P. somero			x		
16	BA-16	577.746	7.375.405	2.301,78	P. somero			x		
17	BA-25	576.424	7.374.761	2.301,47	P. somero			x		
18	BA-27	580.485	7.378.338	2.301,48	P. somero			x		
19	LM-01	578.259	7.376.599	2.300,33	Limnómetro		x			x
20	LM-02	578.162	7.376.719	2.300,80	Limnómetro		x			x
21	LM-03	576.553	7.375.507	2.300,58	Limnómetro		x			x
22	LM-04	576.992	7.375.404	2.300,93	Limnómetro		x			x
23	LM-16	577.756	7.369.364	2.307,84	Limnómetro		x			x
24	MP-01A	578.647	7.376.429	2.301,23	Piezómetro			x		x
25	MP-01B	578.650	7.376.430	2.301,19	Piezómetro			x		x

Nº	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
26	MP-01C	578.646	7.376.429	2.301,23	Piezómetro			x	x	
27	MP-03A	577.651	7.373.947	2.302,64	Piezómetro			x		x
28	MP-03B	577.653	7.373.947	2.302,63	Piezómetro			x		x
29	MP-03C	577.650	7.373.947	2.302,64	Piezómetro			x	x	
30	MP-04A	577.716	7.369.509	2.308,65	Piezómetro			x		x
31	MP-04B	577.717	7.369.513	2.308,53	Piezómetro			x		x
32	MP-04C	577.713	7.369.510	2.308,61	Piezómetro			x	x	
33	MP-05A	572.915	7.373.356	2.303,24	Piezómetro			x		x
34	MP-05B	572.913	7.373.356	2.303,24	Piezómetro			x		x
35	MP-05C	572.916	7.373.355	2.303,22	Piezómetro			x	x	
36	MP-06A	573.298	7.372.778	2.305,26	Piezómetro			x		x
37	MP-06B	573.296	7.372.777	2.305,24	Piezómetro			x		x
38	MP-06C	573.299	7.372.779	2.305,28	Piezómetro			x	x	
39	MP-09A	578.077	7.367.346	2.318,43	Piezómetro			x		x
40	MP-09C	578.099	7.367.353	2.318,26	Piezómetro			x	x	
41	TIL-P03	577.703	7.369.729	2306,53	P. somero			x		
42	Tilopozo	577.715	7.369.511	2.308,10	Pozo			x		
43	TUC-P06	573.171	7.373.219	2.302,42	P. somero			x		
44	Tucúcaro	572.970	7.373.199	2.303,13	Zanja			x		
Total Puntos de Monitoreo						0	5	39	6	16

*Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N° 21/2016) ya fue realizado y se encuentra en revisión por parte de ALB. Se entregará en el corto plazo a la Autoridad.
 Fuente: Elaboración propia.

Sector Peine

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, Núcleo y Borde Sur alrededor del sistema lagunar de Peine, donde se encuentran las lagunas Salada, Saladita e Interna. En este sector el número de puntos de monitoreo es 38 los cuales se muestran espacialmente en la Figura 4-10, haciendo la distinción en cuanto a las variables que se miden en cada uno de ellos.

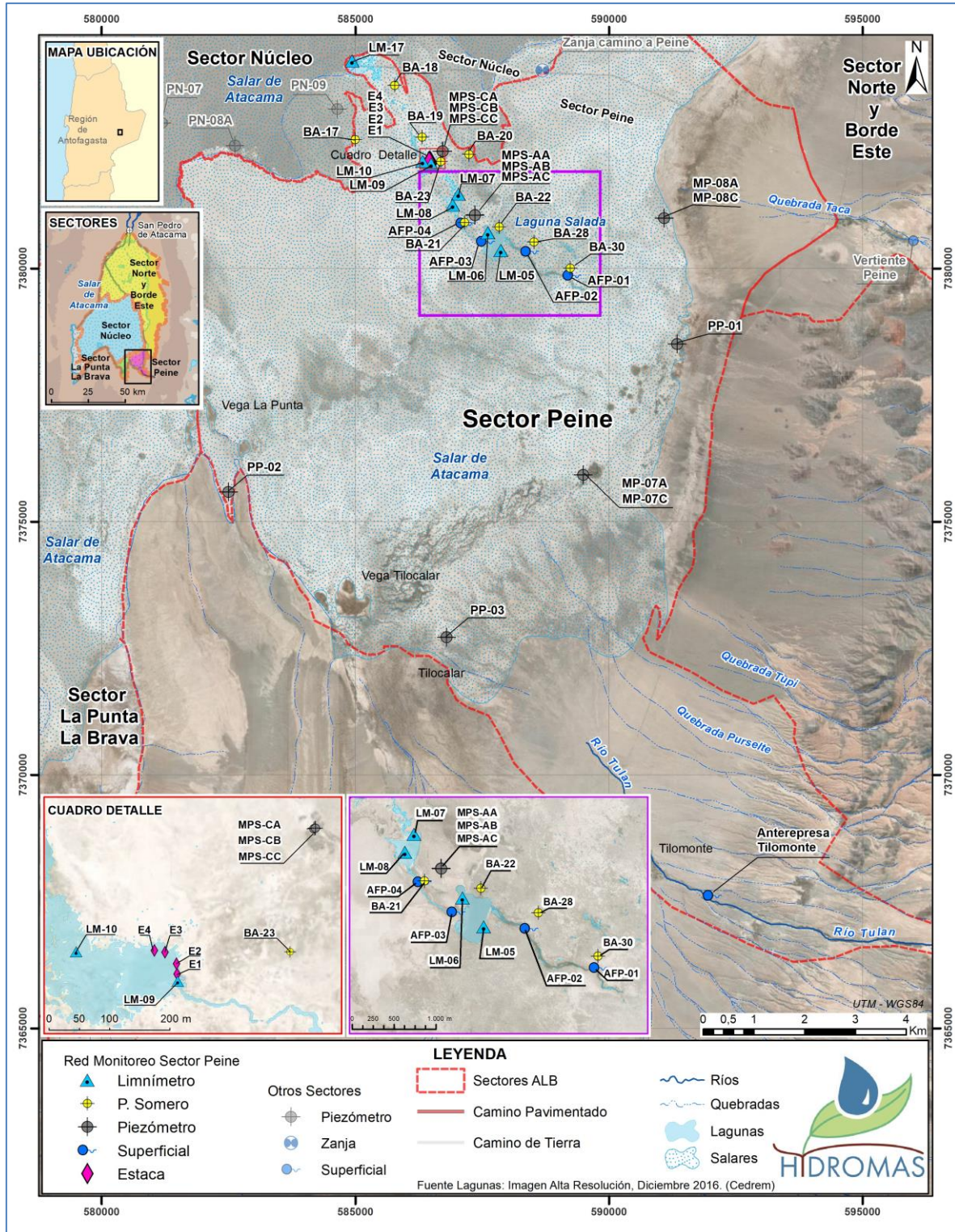
En la Tabla 4-6 se presentan todos los puntos de monitoreo considerados en este sector indicando sus coordenadas y las variables que se miden en cada uno de ellos.

En particular, se tiene:

- Piezómetro MP-07C: fue informado a la SMA mediante carta MA 064/2017 que notifica la implementación de la Etapa 3, que el piezómetro MP-07C instalado en agosto del 2016 no intercepto la Interfase Salina, por lo que fue reemplazado por piezómetro MP-07C-1.
- Piezómetro MP-08C: fue sellado por presentar surgencia, lo cual fue informado a la SMA mediante carta MA 007/2016. Asimismo, mediante carta MA 036/2017 se propone construcción de pozo equivalente MP-08C-1. Posteriormente, se recibe Ord. DGA N° 823 de 24.11.2017 con observaciones solicitando proponer otro par de piezómetros para el sistema Peine y modelación hidráulica conceptual del sistema, incorporando el acuífero confinado, a lo cual se dio respuesta mediante carta MA 033/2018 con fecha 14.03.2018, no habiéndose recibido comentarios a la fecha. Por lo anterior, este pozo no ha sido construido.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “AFP” para representar aforos, “PP” corresponde a piezómetros, “MPS” corresponde a multi-piezómetros y “E” a estacas. Otros puntos de monitoreos preexistentes al desarrollo de esta red de monitoreo mantienen otra nomenclatura, pero se identifica claramente su tipología en la figura mediante la simbología que se indica en la leyenda.

Figura 4-10 Puntos de Monitoreo Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-6 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Peine

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ^(a) (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	AFP-01	589.192	7.379.865	2.301,02	Superficial	x				
2	AFP-02	588.361	7.380.335	2.300,22	Superficial	x				
3	AFP-03	587.490	7.380.535	2.300,05	Superficial	x				
4	AFP-04	587.084	7.380.894	2.299,90	Superficial	x				
5	Anterempresa Tilomonte	591.959	7.367.623	2.425,10	Superficial	x				x
6	BA-17	584.997	7.382.542	2.300,95	P. somero			x		
7	BA-18	585.778	7.383.610	2.300,30	P. somero			x		
8	BA-19	586.321	7.382.592	2.300,50	P. somero			x		
9	BA-20	587.247	7.382.250	2.300,54	P. somero			x		
10	BA-21	587.159	7.380.905	2.301,39	P. somero			x		
11	BA-22	587.837	7.380.817	2.301,12	P. somero			x		
12	BA-23	586.684	7.382.108	2.300,51	P. somero			x		
13	BA-28	588.525	7.380.523	2301,31	P. somero			x		
14	BA-30	589.239	7.380.003	2302,28	P. somero			x		
15	LM-05	587.871	7.380.354	2.300,58	Limnómetro		x			x
16	LM-06	587.618	7.380.701	2.300,78	Limnómetro		x			x
17	LM-07	587.038	7.381.462	2.300,45	Limnómetro		x			x
18	LM-08	586.928	7.381.249	2.300,54	Limnómetro		x			x
19	LM-09	586.497	7.382.059	2.299,73	Limnómetro		x			x
20	LM-10	586.329	7.382.108	2.299,69	Limnómetro		x			x
21	LM-17	584.939	7.384.094	2.299,61	Limnómetro		x			x
22	MP-07A	590.305	7.376.507	2.306,63	Piezómetro			x		x
23	MP-07C ^(b)	590.300	7.376.499	2.306,63	Piezómetro			x		
	MP-07C-1	590.302	7.376.494	2.306,68				x	x	
24	MP-08A	591.099	7.380.993	2.303,90	Piezómetro			x		x

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ^(a) (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
25	MP-08C ^(c)	591.088	7.380.990	2.303,48	Piezómetro			x**	x**	
26	MPS-AA	587.361	7.381.053	2.300,25	Piezómetro			x		x
27	MPS-AB	587.360	7.381.056	2.300,19	Piezómetro			x		x
28	MPS-AC	587.361	7.381.052	2.300,27	Piezómetro			x	x	
29	MPS-CA	586.725	7.382.313	2.299,60	Piezómetro			x		
30	MPS-CB	586.723	7.382.312	2.299,66	Piezómetro			x		x
31	MPS-CC	586.726	7.382.313	2.299,62	Piezómetro			x	x	
32	PP-01	591.348	7.378.507	2.305,56	Piezómetro			x	x	x
33	PP-02	583.007	7.375.594	2.303,98	Piezómetro			x	x	x
34	PP-03	586.803	7.372.719	2.309,09	Piezómetro			x	x	x
35	E1	586.496	7.382.071	2.299,47	Estaca		x			
36	E2	586.495	7.382.088	2.299,45	Estaca		x			
37	E3	586.476	7.382.107	2.299,37	Estaca		x			
38	E4	586.459	7.382.110	2.299,50	Estaca		x			
Total Puntos de Monitoreo						5	11	21	6	16

(a) Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N° 21/2016) ya fue realizado y se encuentra en revisión por parte de ALB. Se entregará en el corto plazo a la Autoridad. (b) El piezómetro MP-07C instalado en agosto del 2016 no interceptó la Interfase Salina, por lo que fue reemplazado por piezómetro MP-07C-1, lo que fue informado a la SMA mediante carta MA 064/2017. (c) Pozo sellado por presentar surgencia, lo cual fue informado a la SMA mediante carta MA 007/2016. Se propuso construcción de pozo de reemplazo (MP-08C-1), pero a la fecha no se ha tenido respuesta por parte de la Autoridad y no se ha construido dicho pozo.

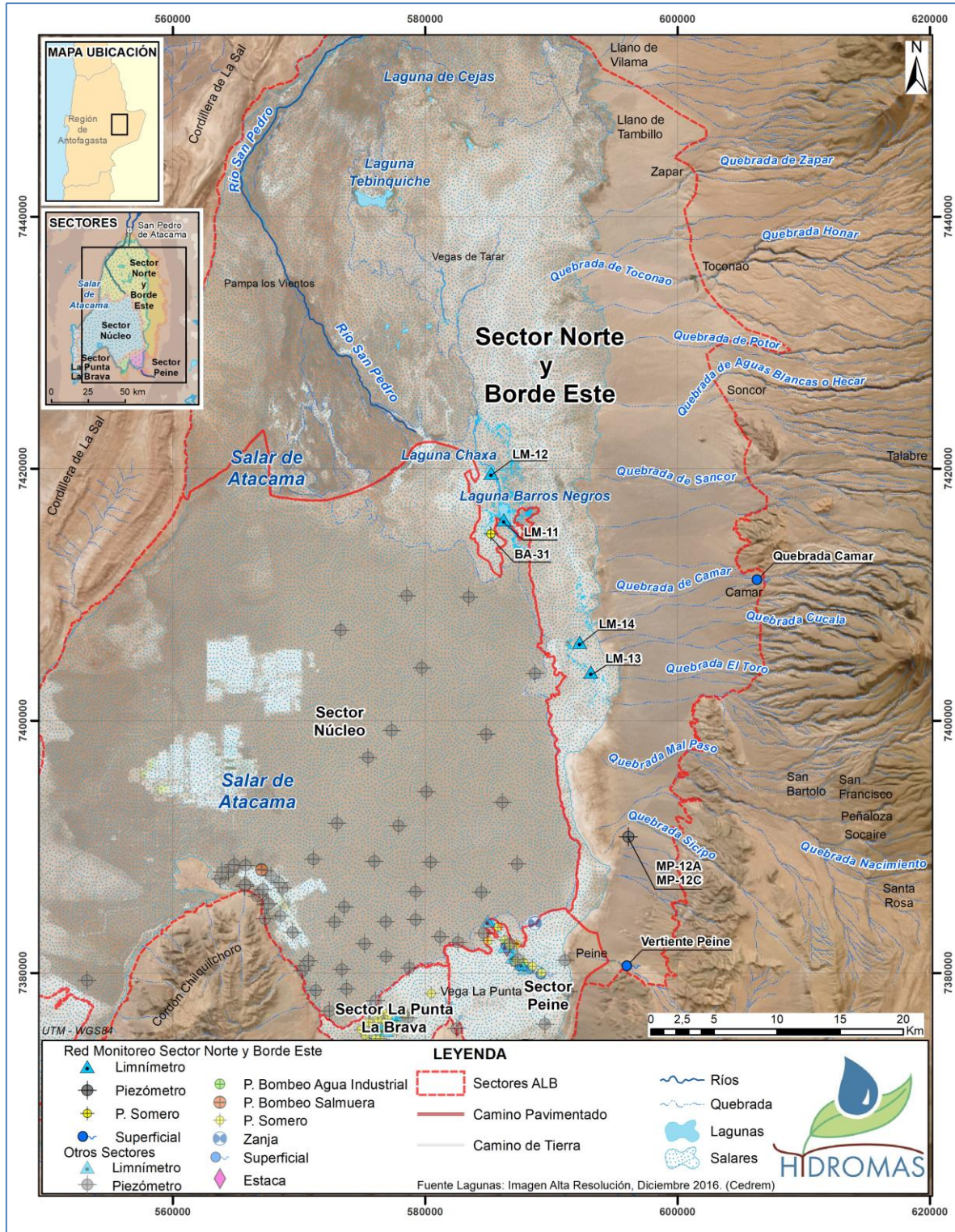
Fuente: Elaboración propia.

Sector Norte y Borde Este

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, parte del Núcleo y Borde Este de la cuenca alrededor de los sistemas lagunares Soncor y Aguas de Quelana, que son áreas protegidas por formar parte del Parque Nacional Los Flamencos y estar incluidas en la convención Ramsar.

Además del análisis de la superficie lagunar que se realiza sobre estos sistemas, se tienen los 5 limnímetros en las coordenadas que se indican en la Tabla 4-7 para la medición del nivel de las lagunas. En los mismos puntos también se toman muestras de agua para su caracterización físico-química. La ubicación de los 9 puntos de monitoreo de este sector, se muestran en la Figura 4-11.

Figura 4-11 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Norte y Borde Este

Nº	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	LM-11	586.259	7.415.937	2.299,87	Limnómetro		x			x
2	LM-12	585.236	7.419.626	2.299,73	Limnómetro		x			x
3	LM-13	593.159	7.403.846	2.300,38	Limnómetro		x			x
4	LM-14	592.251	7.406.216	2.300,50	Limnómetro		x			x
5	BA-31 ** (ex LM-15)	585.222	7.414.817	2.298,80	P. somero			x		x
6	MP-12A	596.113	7.390.802	2.316,23	Piezómetro			x		x
7	MP-12C	596.123	7.390.799	2.316,62	Piezómetro			x	x	
8	Quebrada Camar	606.314	7.411.194	2.729,00	Superficial					x
9	Vertiente Peine	596.008	7.380.544	2.445,48	Superficial	x				x
Total Puntos de Monitoreo						1	4	3	1	8

*Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N° 21/2016) ya fue realizado y se encuentra en revisión por parte de ALB. Se entregará en el corto plazo a la Autoridad.

** BA-31 corresponde a un piezómetro somero, que en forma previa fue erróneamente denominado como limnómetro LM-15.

Fuente: Elaboración propia.

Sector Núcleo

El sector Núcleo constituye el Núcleo del salar desde donde se extrae la salmuera. La red de monitoreo de este sector considera un total de 61 puntos para la medición mensual solamente de niveles piezométricos. En la Figura 4-12 se muestra la ubicación de cada uno de ellos.

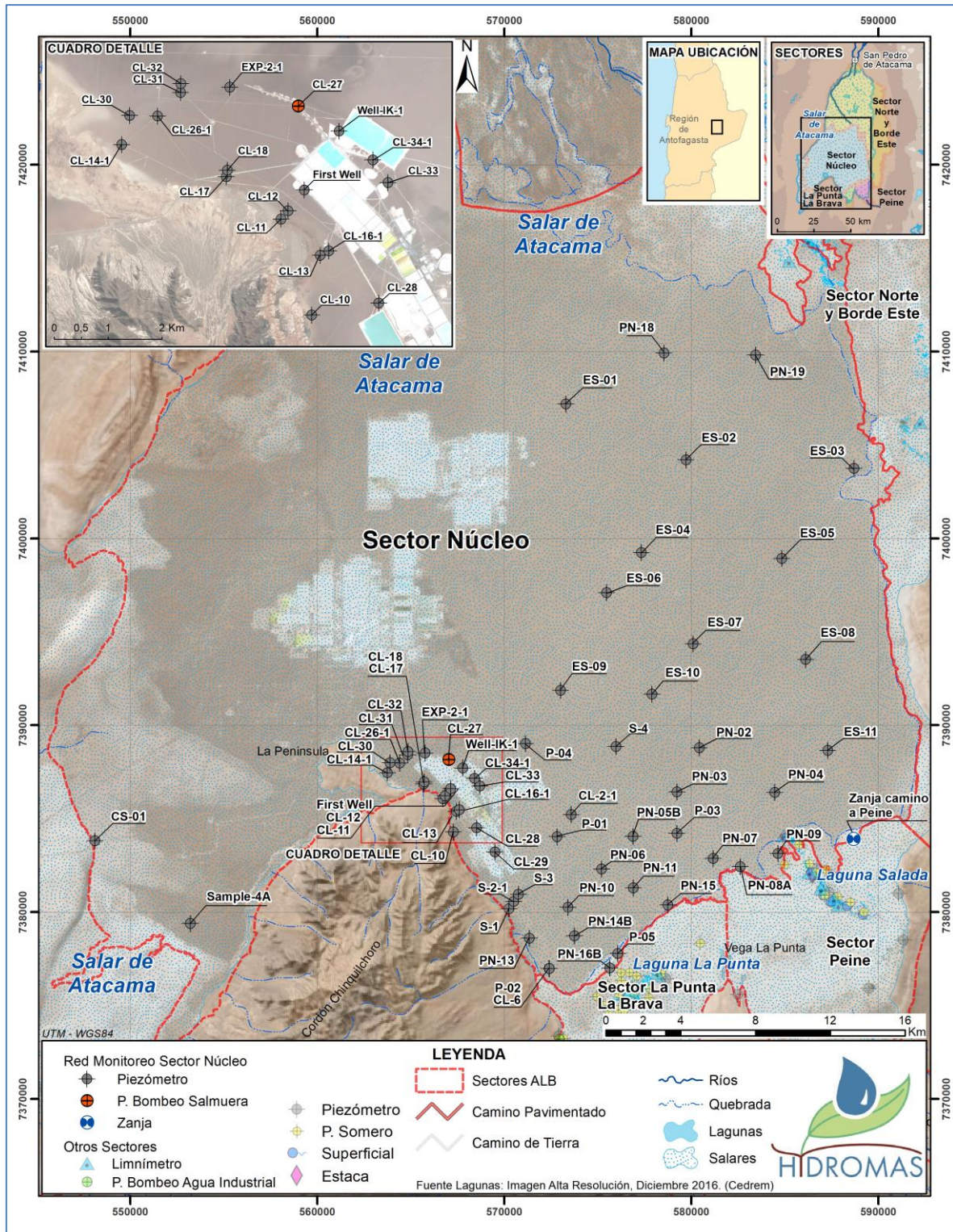
La no inclusión del monitoreo de la calidad química en los pozos de extracción de salmuera esta dada por la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N° 21/2016, resuelta mediante la R.E. N° 1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva. Por lo anterior es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta dentro de **Anexo M** de este Informe.

La Tabla 4-8 muestra la información de estos puntos. Los primeros 29 piezómetros, corresponden a puntos que ya eran monitoreados y reportados a la autoridad en cumplimiento de autorizaciones ambientales anteriores existentes (R.E. N° 092/00 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, y R.E. N° 3132/06 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente), y actualmente forman parte también de las obligaciones de la RCA N° 21/2016.

Se debe indicar que, durante 2019, se reemplazó el pozo S-2 por el pozo S-2-1 debido a que el primero se encontró obstruido. Así, en marzo de 2019, se construye como reemplazo el pozo S-2-1, el cual se empieza a reportar con nivel freático a la Autoridad en junio de 2019.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “PN” para representar a los piezómetros del Núcleo y “ES”, para identificar a los puntos que forman parte de la herramienta de verificación del Efecto Sinérgico de las extracciones en el Núcleo.

Figura 4-12 Puntos de Monitoreo Sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-8 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo

Nº	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	CL-2	573.582	7.385.213	2.300,95	Piezómetro			x		
	CL-2-1 (a)	573.591	7.385.223	2.300,49						
2	CL-6	572.422	7.376.975	2.300,12	Piezómetro			x		
3	CL-10	567.294	7.384.280	2.300,28	Piezómetro			x		
4	CL-11	566.728	7.386.065	2.300,57	Piezómetro			x		
5	CL-12	566.856	7.386.218	2.300,16	Piezómetro			x		
6	CL-13	567.451	7.385.392	2.300,66	Piezómetro			x		
7	CL-14	563.624	7.387.299	2.300,24	Piezómetro			x		
	CL-14-1 (b)	563.769	7.387.448	2.300,75						
8	CL-16	567.641	7.385.485	2.300,30	Piezómetro			x		
	CL-16-1 (c)	567.614	7.385.472	2.301,26						
9	CL-17	565.711	7.386.853	2.300,26	Piezómetro			x		
10	CL-18	565.732	7.386.970	2.300,23	Piezómetro			x		
11	CL-26	564.419	7.387.956	2.300,63	Piezómetro			x		
	CL-26-1 (d)	564.435	7.387.975	2.300,51						
12	CL-27	567.043	7.388.162	2.300,04	Piezómetro			x		
13	CL-28	568.539	7.384.505	2.300,88	Piezómetro			x		
14	CL-29	569.513	7.383.212	2.300,85	Piezómetro			x		
15	CL-30	563.915	7.387.985	2.300,30	Piezómetro			x		
16	CL-31	564.860	7.388.412	2.300,28	Piezómetro			x		
17	CL-32	564.868	7.388.580	2.300,18	Piezómetro			x		
18	CL-33	568.710	7.386.741	2300,33	Piezómetro			x		
19	CL-34	568.431	7.387.167	2.300,07	Piezómetro			x		
	CL-34-1 (e)	568.432	7.387.160	2.300,31						
20	CS-01	548.122	7.383.820	2.300,86	Piezómetro			x		

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
21	ES-01	573.316	7.407.190	2.299,93	Piezómetro			x		
22	ES-02	579.742	7.404.217	2.299,77	Piezómetro			x		
23	ES-03	588.711	7.403.738	2.299,54	Piezómetro			x		
24	ES-04	577.358	7.399.233	2.299,87	Piezómetro			x		
25	ES-05	584.854	7.398.928	2.299,76	Piezómetro			x		
26	ES-06	575.483	7.397.097	2.300,00	Piezómetro			x		
27	ES-07	580.131	7.394.358	2.300,02	Piezómetro			x		
28	ES-08	586.136	7.393.521	2.299,90	Piezómetro			x		
29	ES-09	573.027	7.391.861	2.300,21	Piezómetro			x		
30	ES-10	577.911	7.391.666	2.300,02	Piezómetro			x		
31	ES-11	587.315	7.388.648	2.299,59	Piezómetro			x		
32	EXP-2	565.861	7.388.442	2.299,87	Piezómetro			x		
	EXP-2-1 (f)	565.777	7.388.513	2.300,60						
33	First well	567.158	7.386.604	2.300,08	Piezómetro			x		
34	P-01	572.834	7.384.032	2.300,63	Piezómetro			x		
35	P-02	572.433	7.376.977	2.300,44	Piezómetro			x		
36	P-03	579.260	7.384.212	2.300,71	Piezómetro			x		
37	P-04	571.158	7.389.005	2.300,55	Piezómetro			x		
38	P-05	576.091	7.377.780	2.299,84	Piezómetro			x		
39	PN-02	580.458	7.388.790	2.300,09	Piezómetro			x		
40	PN-03	579.258	7.386.428	2.299,52	Piezómetro			x		
41	PN-04	584.483	7.386.395	2.300,13	Piezómetro			x		
42	PN-05B	576.901	7.384.044	2.300,81	Piezómetro			x		
43	PN-06	575.214	7.382.305	2.300,49	Piezómetro			x		
44	PN-07	581.187	7.382.874	2.300,32	Piezómetro			x		
45	PN-08A	582.633	7.382.424	2.300,72	Piezómetro			x		

Nº	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
46	PN-09	584.650	7.383.143	2.299,65	Piezómetro			x		
47	PN-10	573.416	7.380.256	2.300,22	Piezómetro			x		
48	PN-11	576.928	7.381.292	2.300,41	Piezómetro			x		
49	PN-13	571.361	7.378.597	2.300,36	Piezómetro			x		
50	PN-14B	573.777	7.378.721	2.300,44	Piezómetro			x		
51	PN-15	578.762	7.380.378	2.300,37	Piezómetro			x		
52	PN-16B	575.663	7.377.001	2.300,42	Piezómetro			x		
53	PN-18	578.554	7.409.920	2.299,71	Piezómetro			x		
54	PN-19	583.463	7.409.811	2.299,45	Piezómetro			x		
55	S-1	570.270	7.380.179	2.300,51	Piezómetro			x		
56	S-2	570.521	7.380.563	2.300,33	Piezómetro			x		
	S-2-1 (g)	570.521	7.380.563	2.300,33	Piezómetro					
57	S-3	570.775	7.380.949	2.300,49	Piezómetro			x		
58	S-4	575.984	7.388.860	2.300,21	Piezómetro			x		
59	Sample-4A	553.228	7.379.389	2.301,19	Piezómetro			x		
60	Well IK	567.801	7.387.700	2.299,88	Piezómetro			x		
	Well-IK-1 (h)	567.802	7.387.699	2.300,53						
61	Zanja camino a Peine	588.696	7.383.905	2.300,26	Zanja			x		
Total Puntos de Monitoreo						0	0	61	0	0

*Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N° 21/2016) ya fue realizado y se encuentra en revisión por parte de ALB. Se entregará en el corto plazo a la Autoridad.

(a) Reemplaza a CL-2 desde julio de 2016; (b) Reemplaza a CL-14 desde julio de 2016; (c) Reemplaza a CL-16 desde julio 2016; (d) Reemplaza a CL-26 desde julio 2016; (e) Reemplaza a CL-34 desde julio 2016; (f) Reemplaza a EXP-2 desde julio 2016; (g) Reemplaza a S-2 desde junio 2019; (h) Reemplaza a WELL-IK desde octubre 2016. Deja de ser operativo en septiembre 2017 y en octubre 2017 se reperfora y queda operativo.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Red de Monitoreo Pozos de Bombeo de Salmuera y de Agua dulce-salobre

En la Tabla 4-9 se presentan los pozos de extracción tanto de salmuera como de agua dulce-salobre, que ALB ha operado durante el año 2019, asimismo se entregan sus coordenadas. En la Figura 4-13 se presenta su ubicación.

Tabla 4-9 Pozos de Bombeo Actuales 2019

Punto	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Extracción	Área de Extracción
	Este (m)	Norte (m)		
CL-1	573.049	7.384.403	Salmuera	A2
CL-9	564.577	7.386.801	Salmuera	A1
CL-15	563.329	7.387.453	Salmuera	A1
CL-19	563.132	7.386.157	Salmuera	A1
CL-20	564.190	7.387.063	Salmuera	A1
CL-22	566.850	7.386.203	Salmuera	A1
CL-23	571.141	7.384.543	Salmuera	A2
CL-24	570.070	7.382.264	Salmuera	A2
CL-27	567.527	7.387.606	Salmuera	A1
CL-37	565.679	7.386.693	Salmuera	A1
CL-41	556.151	7.381.492	Salmuera	A1
CL-45	571.689	7.387.482	Salmuera	A2
CL-59	555.731	7.380.459	Salmuera	A1
CL-60	557.531	7.382.960	Salmuera	A1
CL-65	558.828	7.383.840	Salmuera	A1
CL-73	567.428	7.384.987	Salmuera	A1
CL-74	567.424	7.384.090	Salmuera	A1
CL-78	556.046	7.380.948	Salmuera	A1
CL-79	556.639	7.381.750	Salmuera	A1
CL-80	557.315	7.382.635	Salmuera	A1
CL-82	568.327	7.388.254	Salmuera	A1
CL-83	568.527	7.388.255	Salmuera	A1
CL-84	556.197	7.380.497	Salmuera	A1
CL-85	568.448	7.385.039	Salmuera	A1
CL-86	568.527	7.384.385	Salmuera	A1
CL-90	567.472	7.383.701	Salmuera	A1
CL-91	567.715	7.382.838	Salmuera	A1
CL-92	567.680	7.385.933	Salmuera	A1
CL-93	567.161	7.384.464	Salmuera	A1
CL-94	567.510	7.383.140	Salmuera	A1
CL-96	567.309	7.385.419	Salmuera	A1
CL-97	558.413	7.383.460	Salmuera	A1
CL-98	559.953	7.386.201	Salmuera	A1

Punto	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Extracción	Área de Extracción
	Este (m)	Norte (m)		
CL-99	568.043	7.384.955	Salmuera	A1
CL-100	563.437	7.386.040	Salmuera	A1
CL-101	557.123	7.382.092	Salmuera	A1
CL-104	556.633	7.380.959	Salmuera	A1
CL-105	560.911	7.385.124	Salmuera	A1
CL-106	568.797	7.388.505	Salmuera	A1
CL-107	561.110	7.386.256	Salmuera	A1
CL-108	559.162	7.384.189	Salmuera	A1
CL-111	559.954	7.386.201	Salmuera	A1
CL-113	560.167	7.384.594	Salmuera	A1
CL-114	568.672	7.388.530	Salmuera	A1
CL-115	566.977	7.386.241	Salmuera	A1
CL-116	568.622	7.388.530	Salmuera	A1
CL-117	568.747	7.388.530	Salmuera	A1
CL-119	568.474	7.388.527	Salmuera	A1
CL-120	568.791	7.388.180	Salmuera	A1
CL-121	568.485	7.388.497	Salmuera	A1
CL-122	568.786	7.387.900	Salmuera	A1
CL-124	568.790	7.387.786	Salmuera	A1
CL-125	568.786	7.387.923	Salmuera	A1
CL-126	568.785	7.388.056	Salmuera	A1
CL-127	568.789	7.388.097	Salmuera	A1
CL-128	568.577	7.387.972	Salmuera	A1
CL-129	568.503	7.388.113	Salmuera	A1
CL-130	568.559	7.388.109	Salmuera	A1
CL-133	562.022	7.386.212	Salmuera	A1
CL-134	562.789	7.386.481	Salmuera	A1
CL-135	560.370	7.386.496	Salmuera	A1
CL-136	562.033	7.388.407	Salmuera	A1
CL-137	562.139	7.387.328	Salmuera	A1
CL-138	560.805	7.385.830	Salmuera	A1
CL-139	568.105	7.382.978	Salmuera	A1
CL-140	568.243	7.382.732	Salmuera	A1
CL-141	568.024	7.383.129	Salmuera	A1
CL-142	568.057	7.382.804	Salmuera	A1
CL-143	567.860	7.382.858	Salmuera	A1
CL-144	567.658	7.383.001	Salmuera	A1
CL-145	567.582	7.383.578	Salmuera	A1
CL-146	568.851	7.382.829	Salmuera	A1
CL-147	568.723	7.383.085	Salmuera	A1
CL-149	567.944	7.382.746	Salmuera	A1

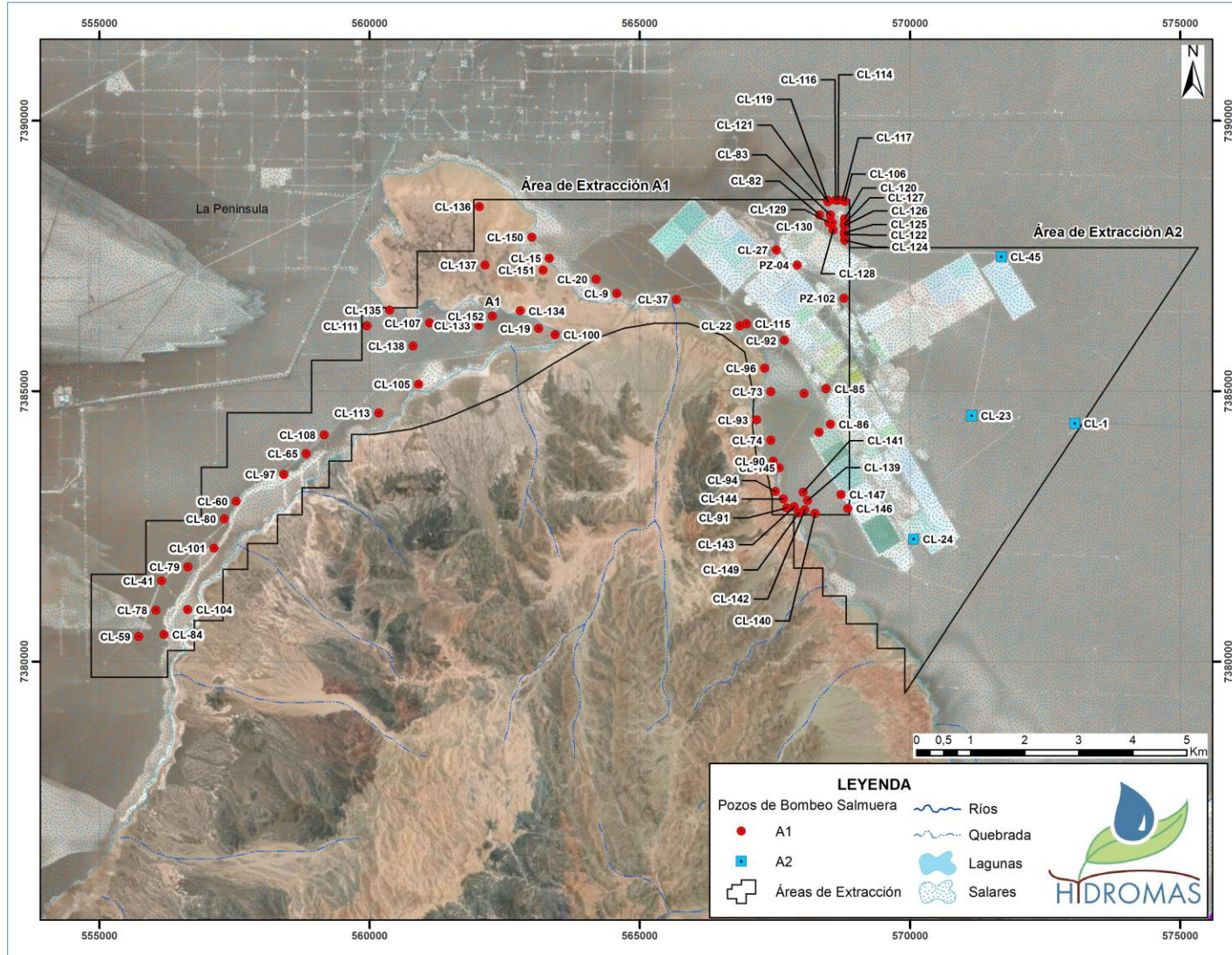
Punto	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Extracción	Área de Extracción
	Este (m)	Norte (m)		
CL-150	563.003	7.387.844	Salmuera	A1
CL-151	563.211	7.387.236	Salmuera	A1
CL-152	562.275	7.386.382	Salmuera	A1
Pozo Zanja - 04	567.914	7.387.327	Salmuera	A1
Pozo Zanja - 102	568.778	7.386.716	Salmuera	A1
Pozo Zanja - 103	568.319	7.384.237	Salmuera	A1
Peine	593.721	7.381.894	Agua dulce-salobre	Peine
Tilopozo	577.715	7.369.511	Agua dulce-salobre	La Punta-La Brava
Tucúcaro	572.970	7.373.199	Agua dulce-salobre	La Punta-La Brava

*Coordenadas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N° 21/2016) ya fue realizado y se encuentra en revisión por parte de ALB.

Se entregará en el corto plazo a la Autoridad.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-13 Ubicación Puntos de Bombeo Salmuera



Fuente: Elaboración propia.

4.2.7 Red del Plan de Alerta Temprana

El objetivo del Plan de Alerta Temprana (PAT) es detectar anticipadamente (en el tiempo y en el espacio) desviaciones respecto de los pronósticos del comportamiento del componente hídrico que pudieren llegar a afectar los sistemas objeto de protección y, activar las medidas preventivas necesarias para evitar efectos no previstos. Estas medidas pueden ser preventivas intermedias, para entender el origen del desvío de los pronósticos o finales, pero anticipadas, como por ejemplo la disminución o cese de la extracción para revertir un comportamiento no esperado del sistema antes de que pudiera generarse un efecto adverso.

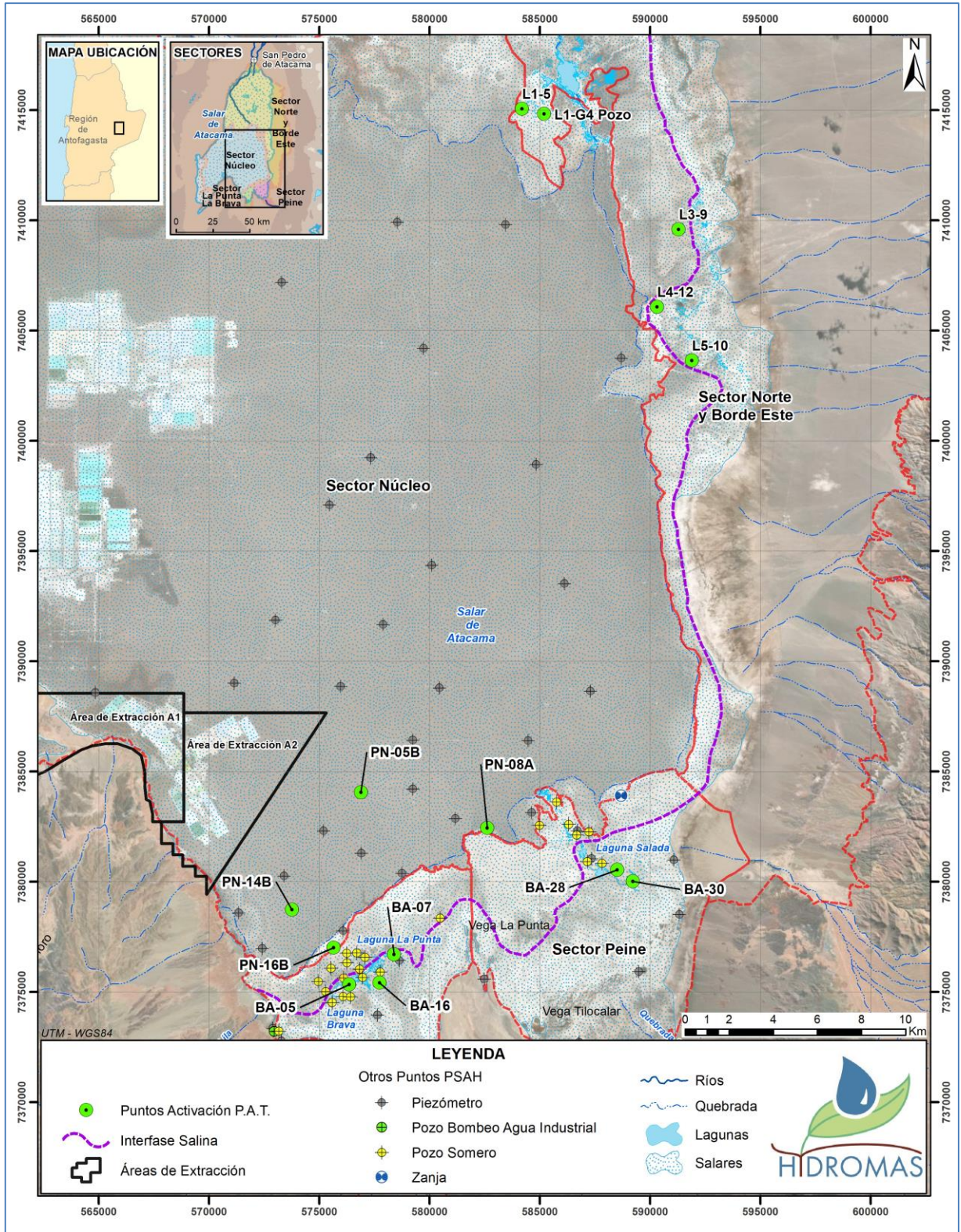
Para ello, el PAT utiliza un subconjunto de puntos de monitoreo del PSAH (ver Figura 4-14), denominados “puntos de activación”, y establece variables de estado indicadoras del comportamiento del Proyecto y de los objetos de protección, con “niveles de activación” (umbrales) que permiten anticiparse a la generación de efectos no previstos de la operación del Proyecto o del efecto sinérgico de los proyectos en el Salar.

El Plan de Alerta Temprana considera 3 Sectores de Alerta (Sector de alerta Núcleo, Sector de alerta Acuífero y Sector de alerta Norte), cada uno de ellos con sus puntos de activación, umbrales y medidas de acción diferentes, que dicen relación con el comportamiento esperado de cada sector durante la fase de operación del Proyecto.

Respecto los umbrales de activación debe destacarse que para el Sector de alerta Acuífero se indicó en el Apéndice A del Anexo 3 de la Adenda 5 que *“considerando que los puntos de activación son los que presentan los registros históricos más cortos, se propone que los umbrales de los pozos del acuífero sean recalculados con la información monitoreada en el propio pozo después de la 2ª actualización del modelo (4 años); donde se revisarán y realizarán todos los cálculos antes descritos usando la misma metodología. Esto, previa revisión y autorización de la Autoridad Ambiental”*.

Este punto fue recogido en la RCA N° 21/2016 en la condición 10.15 donde se indicó *“Respecto del cálculo de los umbrales para el sistema La Punta-La Brava, el titular deberá recalcular los umbrales indicados en la Tabla 3-5, pero restando sólo una desviación estándar y no dos desviaciones estándar como está propuesto”*. Sin embargo, es importante destacar que la Tabla 3-5 mencionada corresponde al cálculo de los umbrales en el sistema Peine, y no La Punta-La Brava. Y es efectivamente en Peine donde la estadística de registros que se utilizó para el cálculo de umbrales es más corta, y que corresponde actualizar con un período mayor de datos.

Figura 4-14 Ubicación Puntos PAT



Fuente: Elaboración Propia

En relación a los umbrales de activación del Sector de alerta Núcleo se indicó en el Apéndice A del Anexo 3 del Adenda 5 que *“Debido a que las cotas expresadas en las tablas depende del mes en el que se inicie el proyecto, se hará entrega a la autoridad la actualización de los umbrales expresados como nivel freático en cota una vez conocido el inicio real del proyecto”*.

Al respecto, ALB está trabajando en extender los datos estadísticos del modelo en cuanto a meteorología, y a explotaciones en la cuenca, para entregar en la Primera Actualización del Modelo los umbrales que corresponden considerando como fecha de inicio del Proyecto el 28 septiembre del 2016. La metodología de cálculo de estos estará basada en el Apéndice A de metodología de cálculo de umbrales del Plan de Alerta Temprana de la Adenda 5.

Sector de alerta Núcleo

Este sector de Alerta se ubica en el Núcleo del Salar entre la explotación del titular y los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava. En este sector se prevén descensos del nivel freático en la salmuera pero sin alcanzar a causar efectos al otro lado de la interfase. Por lo tanto, de acuerdo a los descensos previstos en la evaluación ambiental se establecieron 4 puntos de activación con sus valores de los niveles de salmuera a respetar (umbrales anuales) para los 25 años de explotación. Considerando que el año 2019 corresponde al cuarto año calendario de operación del Proyecto, en la Tabla 4-10, se presentan los valores de los umbrales 2019 para los pozos asociados al PAT y en la Figura 4-15 se presenta un detalle de la ubicación de los mismos.

Tabla 4-10 Umbrales de activación año calendario 2019

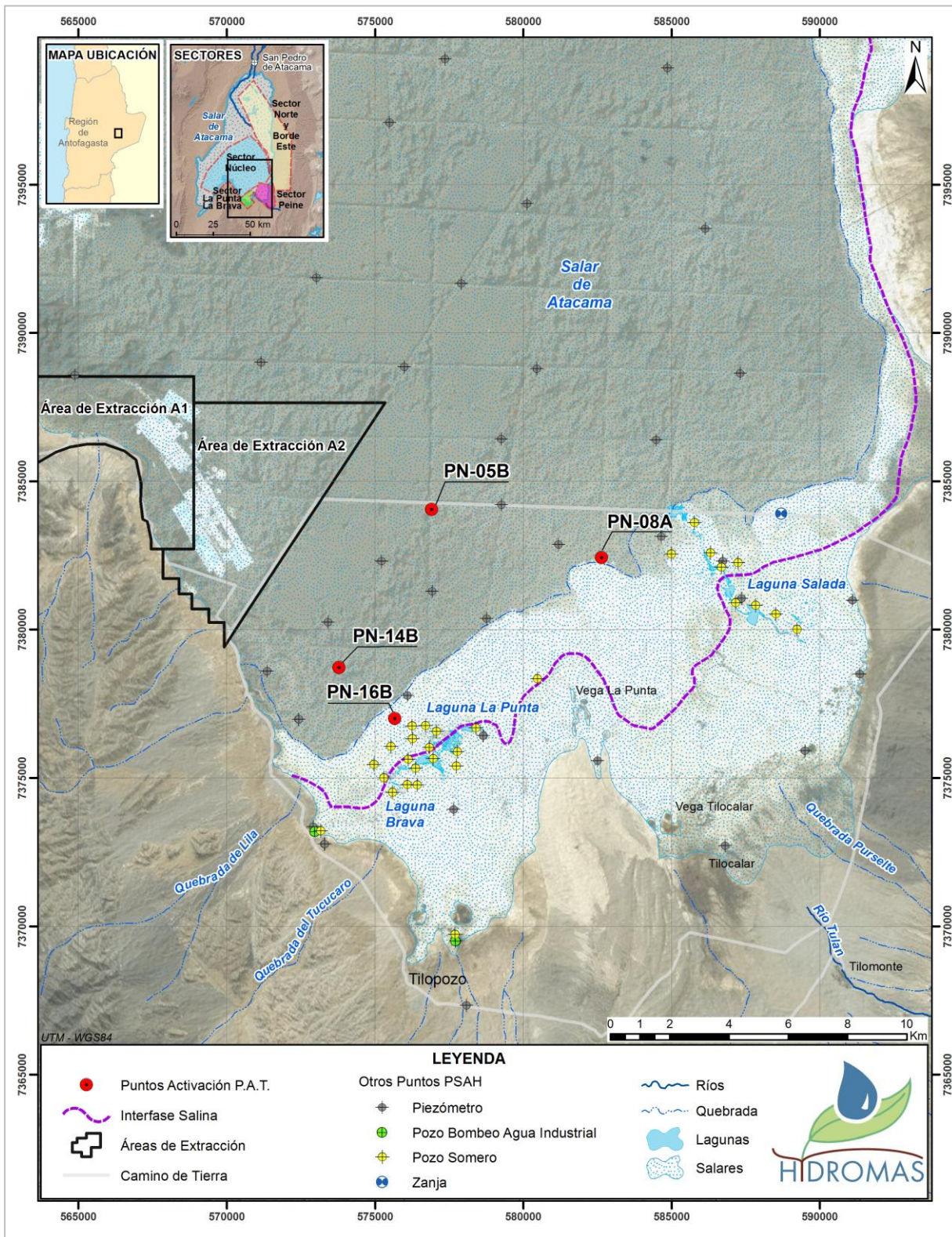
Pozo	Coordenadas UTM (WGS84/Huso 19S)		Umbral Fase I (m s.n.m.)	Umbral Fase II (m s.n.m.)	Umbral Final (m s.n.m.)
	Este (m)	Norte (m)			
PN-05B	576.901	7.384.044	2.298,45	2.298,36	2.297,74
PN-08A	582.633	7.382.424	2.298,47	2.298,38	2.297,82
PN-14B	573.777	7.378.721	2.298,01	2.297,92	2.297,27
PN-16B	575.663	7.377.001	2.298,50	2.298,41	2.297,99

Fuente: Elaboración propia en base a base a Tabla 4-3, Tabla 4-4, Tabla 4-5 y Tabla 4-6 de Anexo 3 Adenda 5.

Cabe recordar que, de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.3.2 del Anexo 3 de la Adenda 5, las condiciones de activación y desactivación de la Fase I son las siguientes:

- **Condición de activación:** Cuando el nivel registrado esté por bajo el umbral de Fase I durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación.
- **Condición de desactivación:** Cuando el nivel registrado esté por sobre umbral de Fase I durante tres meses consecutivos, en todos los puntos de activación.

Figura 4-15 Ubicación Puntos PAT – Sector de alerta Núcleo



Fuente: Elaboración propia.

Sector de alerta Acuífero

Este sector de Alerta se ubica en el acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava donde no se contemplan descensos de nivel producto del Proyecto. Así, en este sector los indicadores de estado son los niveles piezométricos del acuífero, en 5 puntos de activación para los que se definió un umbral fijo para cada punto a lo largo de todo el Proyecto. Estos umbrales corresponden a niveles freáticos mínimos relacionados con la dinámica natural del sistema, donde los niveles más bajos se presentan en la época de verano producto de la mayor evaporación en el área. En la Tabla 4-11, se presentan los valores de los umbrales para los pozos asociados al PAT y en la Figura 4-16 se presenta un detalle de la ubicación de los mismos.

Tabla 4-11 Niveles de activación hídrico en el sector de alerta Acuífero

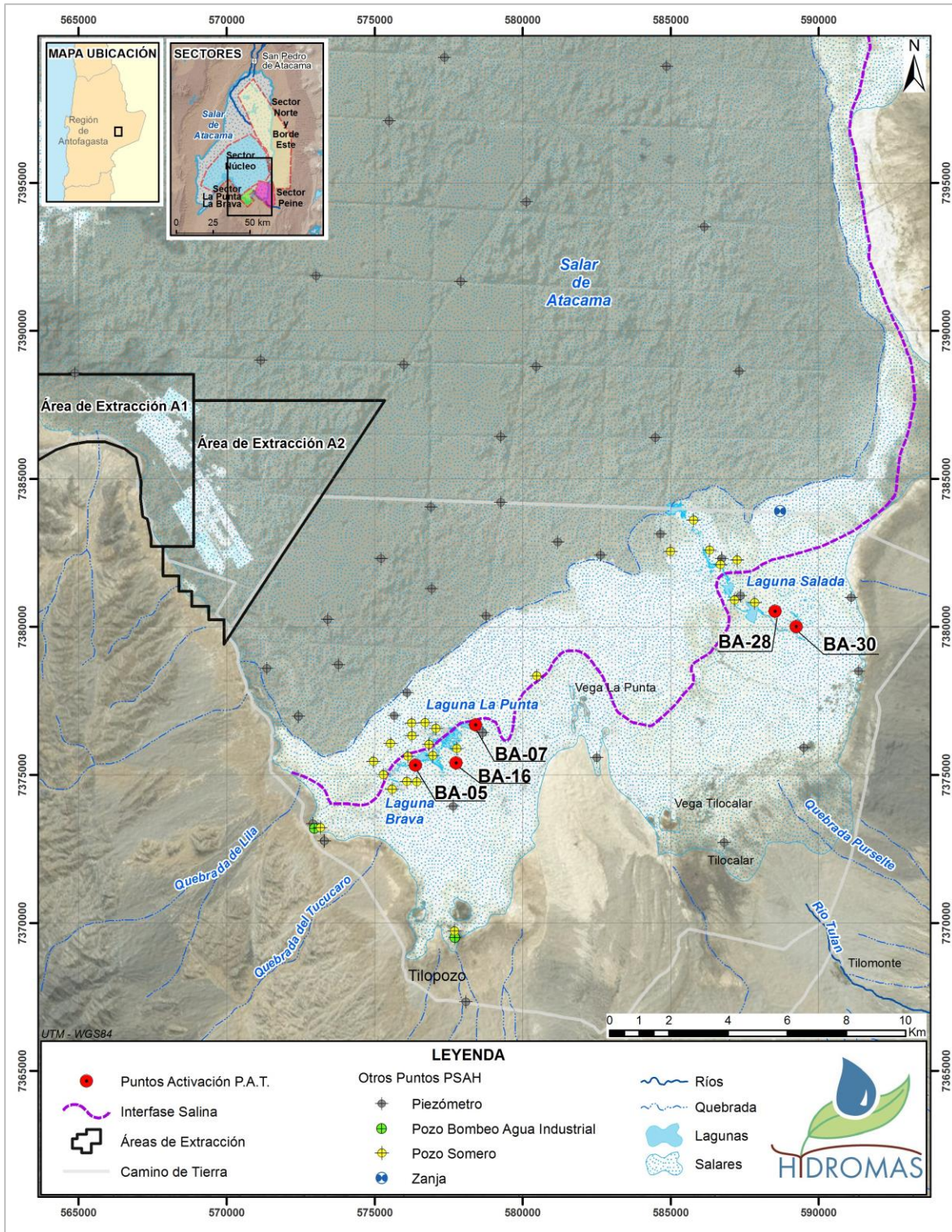
Pozo	Coordenadas UTM (WGS84/Huso 19S)		Sistema lagunar	Umbral (m s.n.m.)
	Este (m)	Norte (m)		
BA-05	576.373	7.375.324	La Punta – La Brava	2.300,11
BA-07	578.406	7.376.692	La Punta – La Brava	2.299,97
BA-16	577.746	7.375.405	La Punta – La Brava	2.300,80
BA-28	588.525	7.380.523	Peine	2.300,59
BA-30	589.239	7.380.003	Peine	2.301,42

Fuente: Tabla 4-10 Anexo 3 Adenda 5.

Cabe recordar que, de acuerdo a lo estipulado en el numeral 4.4.2 del Anexo 3 de la Adenda 5, para el PAT de este Sector alerta Acuífero, las condiciones de activación y desactivación de esta Fase Única, son las siguientes:

- Condiciones de activación: Cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral durante tres medidas consecutivos en al menos un punto de activación.
- Condiciones de desactivación: Cuando el nivel registrado esté por encima su umbral durante tres meses consecutivos en todos los puntos de activación.

Figura 4-16 Ubicación Puntos PAT – Sector de alerta Acuífero



Fuente: Elaboración propia.

Sector de alerta Norte

El Sector de alerta Norte, considera el sector del Núcleo frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana, donde el Proyecto no prevé descensos adicionales en esta área y donde SQM tiene 5 puntos de activación de su Plan de Contingencias. Es por ello que para este sector de Alerta, en el proceso de evaluación ambiental se establecieron los umbrales y puntos de activación de SQM también para el Proyecto Albemarle. Las dos fases de alerta consideradas se activan de manera secuencial, en el caso de que ALB reciba notificación por parte de la autoridad ambiental, de que SQM ha activado una de las Fases. Se destaca que en caso de que en algún momento la información sea pública y accesible será responsabilidad de ALB informarse de la activación del PC de SQM.

Dicho lo anterior en la Figura 4-12 se presentan las cotas de activación del PC de SQM según lo indicado en el Anexo 3 Adenda 5, que reseñan al Informe N° 15 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” de SQM y en la Figura 4-17 se presenta un detalle de la ubicación de los mismos.

Tabla 4-12 Cotas de Activación del Sector de alerta Norte

Punto de monitoreo	Umbral Fase I (m s.n.m.*)	Umbral Fase II (m s.n.m.*)
L1-G4 Pozo	2.298,51	2.298,35
L1-5	2.298,51	2.298,35
L3-9	2.299,37	2.299,34
L4-12	2.298,72	2.298,69
L5-10	2.299,05	2.299,02

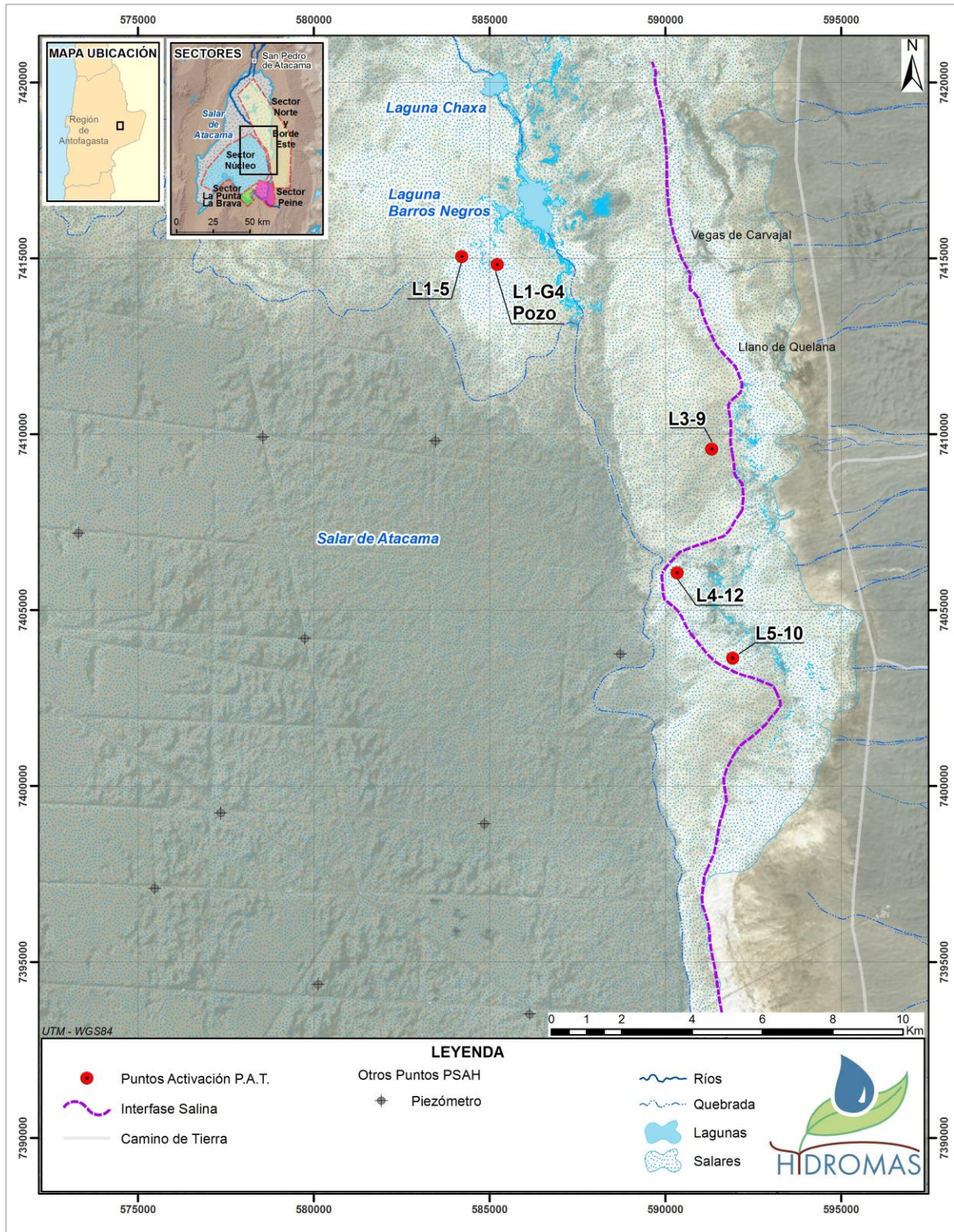
* Referencias topográficas según Informe N° 15 del PSAH de SQM.

Fuente: Tabla 4-12 Anexo 3 Adenda 5.

Cabe recordar que, de acuerdo a lo estipulado en Numeral 4.5.2 del Anexo 3, Adenda 5, las condiciones de activación y desactivación de la Fase I son las siguientes:

- Condición de activación para Rockwood: Notificación, por parte de la autoridad ambiental o verificación por parte de Rockwood a través de documentación pública, que SQM ha activado la Fase I de su PAT como resultado de la activación en uno de los pozos.
- Condición de desactivación de Rockwood: Notificación, por parte de la autoridad o verificación por parte de Rockwood a través de documentación pública, que la Fase I del PC de SQM se ha desactivado.

Figura 4-17 Ubicación Puntos PAT – Sector de alerta Norte



Fuente: Elaboración propia.

4.3 Metodología y Materiales/Equipos de Muestreo, Medición y Análisis

A continuación, se señalan los materiales y equipos que son utilizados en las mediciones para cada una de las variables ambientales, y se describen las metodologías de medición. En aquellos casos en los cuales deben realizarse cálculos para determinar el valor de la variable, también se describe la metodología de cálculo utilizada.

Además, se señala que las variables relacionadas con la caracterización de la calidad química del agua se realizan procesos de medición, muestreo y análisis, por lo que se describen cada uno de los métodos y equipos utilizados.

4.3.1 Medición de Variables Meteorológicas

4.3.1.1 Materiales y/o Equipos

La medición de las variables meteorológicas se realiza en la estación meteorológica denominada EM-Rockwood, la cual se encuentra ubicada en las instalaciones que tiene la empresa en el Núcleo del Salar a 2.300 m s.n.m. Los equipos que conforman esta estación meteorológica se describen en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13 Equipos de Estación Meteorológica

Variable	Equipo	Marca	Modelo	Fecha de Instalación
Precipitación	Pluviómetro	Texas	TE525MM	Abril 2016
Presión Atmosférica	Barómetro	Vaisala	CS 106	Abril 2016
Evaporación	Evaporímetro y Bandeja	Novalynx	255-100	Abril 2016
Temperatura	Sensor de Temperatura	Vaisala	HMP155	Abril 2016

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2 Metodología de Medición

Las variables meteorológicas que mide la estación meteorológica instalada corresponden a: precipitación diaria [mm]; evaporación en lámina libre o de bandeja [mm], temperatura atmosférica [°C] y presión atmosférica [mbar]. Los valores son registrados directamente por el instrumental de la estación no existiendo ni muestreo ni análisis, en el entendido de un procesamiento de una muestra, por lo que no aplica señalar metodologías, porque no existen. Sin embargo, cabe indicar que la información recopilada y almacenada en el instrumental es recolectada mediante una transmisión electrónica a la sala de control, desde donde se accede a ella a través de un computador y es descargada.

El instrumental instalado permite la medición de estas variables de manera continua, sin embargo para efectos de reportabilidad los datos se integran a nivel diario, mediante una planilla Excel.

4.3.2 Medición de Evapotranspiración

4.3.2.1 Materiales y/o Equipos

La medición trimestral de evapotranspiración fue realizada en el 2019 a través de domos, método que consiste en instalar una semiesfera, o domo, de acrílico transparente de volumen conocido (de espesor igual o menor a 5 mm) sobre suelo con vegetación (para medición de evapotranspiración) o raso (para medición de evaporación), dependiendo de las características específicas del lugar a monitorear. En el interior de esta semiesfera, se instala un sistema de aireación constituido por dos ventiladores, y un sensor de humedad relativa y temperatura (psicrómetro) según la configuración que se muestra en la Figura 4-18.

Figura 4-18 Esquema de la cámara semiesférica dispuesta en terreno, con ventiladores y psicrómetro instalados



Fuente: Elaboración propia.

Las características de los domos utilizados en las mediciones trimestrales se presentan en la Tabla 4-14.

Tabla 4-14 Características domos utilizados para la medición de la EVT en 2019

Domo	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Espesor aproximado	Campaña Marzo	Campaña Junio	Campaña Agosto	Campaña Diciembre
ALB-01	100,4	45,5	5 mm				X
ALB-06	101,0	52,0	5 mm	X	X		
ALB-06 (2)	101,5	52,4	5 mm			X	
ALB-06 (3)	100,8	51,5	5 mm				X
ALB-07	105,0	53,0	5 mm	X	X	X	
ALB-08	110,0	52,8	5 mm	X	X		
ALB-08 (2)	100,8	52,0	5 mm				X
ALB-09	110,0	51,8	5 mm	X		X	
ALB-X1	100,0	52,0	5 mm				X

Fuente: Elaboración propia.

Los siguientes equipos y materiales complementan el uso de domos para realizar las mediciones:

Tabla 4-15 Equipos y materiales complementarios al uso de domos

Equipos y materiales	Parametro de medición
(4 a 6) Ventiladores de 5 Volts	N/A
(3 o 4) Baterías portátiles de 5.000 y 10.000 miliamperios para alimentar los ventiladores	N/A
2 Psicrómetros (Vaisala MI70)	Grado de humedad en el aire
Pozómetro para medición de niveles (Solinst WLM Level 101 /15 m o Geotech ET WLM)	Profundidad del nivel de agua subterráneas

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2 Metodología de Medición

El procedimiento de medición en terreno se describe a continuación:

- 1) Una vez se llega al punto de monitoreo, se escoge el mejor sitio de medición, teniendo en cuenta que debe representar el área que se pretende caracterizar (suelo desnudo, suelo con vegetación o lámina libre de agua) y que la superficie del terreno tiene que estar lo menos alterada posible.
- 2) Antes y después de cada medición se limpia el domo de polvo y humedad, con un paño suave y seco, esto con el fin de que la suciedad no interfiera la acción de la radiación solar, ni tampoco exista humedad en el domo que pueda interferir en la medición.
- 3) Se prepara la superficie para que el contacto entre el perímetro del domo y la superficie quede sellado, es decir, que el aire acumulado al interior del domo no pueda escapar a la atmosfera libre durante la medición. Idealmente y siempre que se pueda, se debe ocupar material suelto del lugar para aislar los espacios entre el suelo y el domo, en el caso de no existir material suelto en el área, se deberá transportar de otro lugar (ver Figura 4-19).

- 4) En el caso de los puntos donde se mide la evaporación en lámina libre de agua, es suficiente que las paredes laterales del domo queden sumergidas alrededor de 5 cm en el agua, considerando que el agua que queda “encerrada” en el interior del domo disminuye el volumen de atmósfera que queda al interior del mismo.
- 5) El psicrómetro se pre-configura para que tome un dato cada 5 segundos durante 5 minutos, tomando un total de 300 registros, tiempo suficiente para medir zonas ya sean con vegetación o suelos secos. Antes de empezar con los registros en cada punto y mientras se preparan el domo y los ventiladores, el psicrómetro se deja encendido, al aire y a la sombra para ambientarlo, de manera que se estabilizan las mediciones de temperatura y humedad relativa ambiente.
- 6) Se instalan los ventiladores correspondientes en el terreno antes de situar el domo en la superficie de medición. Es importante que éstos queden opuestos entre sí y que no estén direccionados directamente al sensor del psicrómetro, tal como se muestra en la Figura 4-19.
- 7) Con la cámara aún no instalada en la superficie de medición, se encienden los ventiladores, acto seguido se instala el domo en el terreno e inmediatamente se parte con el registro de datos con el psicrómetro, asegurando de que no quedan espacios entre la base del domo y el terreno.
- 8) Una vez terminada la medición, se apaga el psicrómetro, se retira del domo, se apagan los ventiladores y se levanta el domo permitiendo que la atmósfera contenida al interior del mismo sea liberada, se limpia y se preparan los equipos para la siguiente medición, ya sea en el mismo punto o en otro.
- 9) Para cada día de medición se registra, siempre que se pueda, el nivel freático más cercano al punto de monitoreo de evaporación.
- 10) Todos los registros de nivel, horas de medición, variables atmosféricas relevantes y otras observaciones son anotados en la correspondiente ficha de terreno.

Figura 4-19 Preparación del terreno e instalación del domo



Fuente: Elaboración propia.

Todos los puntos de monitoreo se miden durante dos días (bijnada), en horario diurno, con una frecuencia de medición de una a dos horas, dependiendo de las distancias que se encuentran los puntos de medición y las condiciones de los caminos, considerando ambas jornadas (esto significa de 5 a 8 mediciones al día por punto). Entre los dos días de medición, en la medida de lo posible, no se repite el mismo horario de medidas en un mismo punto de manera que al final de la campaña de terreno se cuenta con 10 a 16 mediciones en diferente horario y así contar con una mejor cobertura horaria por punto.

4.3.2.3 Metodología de Cálculo de tasa de evaporación diaria

Las mediciones del psicrómetro reflejan el aumento de la densidad de vapor de agua en el interior del domo, cuya tasa de incremento es proporcional a la evapotranspiración o evaporación, según corresponda. El ajuste de una recta en la sección de mayor pendiente entrega un valor puntual de evapotranspiración a la hora de la medición (Figura 4-20) que es calculada mediante la siguiente ecuación:

$$ET(mm/d) = \frac{86,4 * M * V}{A * C}$$

Dónde:

ET= Tasa de evaporación instantánea

M = Tasa de cambio de la densidad de vapor de agua en el Domo, calculado como la pendiente máxima de la curva de la Figura 4-20 (g/m³*s)

V = Volumen del domo (m³)

A = Área superficial cubierta por el domo (m^2)

C = Factor de calibración por hidrofilia del domo (adimensional)*

86,4 = Factor de conversión a mm/d.

* Como Factor de calibración C se utilizó un valor de 1,0.

El factor 86,4 es un factor de conversión de unidades, que convierte gramos de agua por metro cúbico por segundo a milímetros por día. Las dimensiones de los domos utilizados para el monitoreo son las que se indicaron precedentemente.

El cálculo del volumen para los domos se realizó según las siguientes formulas:

$$Area\ basal_{Domo} = A_{Domo} = \pi \cdot \left(\frac{Diámetro_{Domo}}{2}\right)^2$$

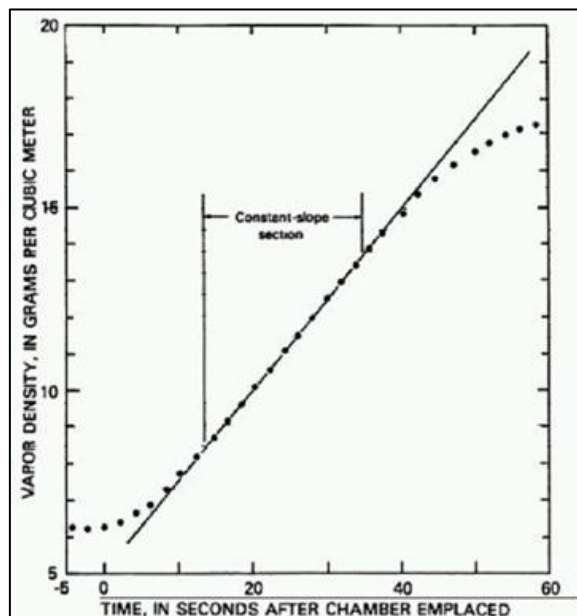
$$Volúmen\ interior_{Domo} = V_{Domo} = \frac{4}{3} \pi \cdot h_{Domo} \left(\frac{Diámetro_{Domo}}{2}\right)^2 \cdot 0,5$$

Dónde:

h_{Domo} : Altura del Domo [m]

$Diámetro_{Domo}$: Diámetro del domo [m]

Figura 4-20 Densidad de vapor de agua al interior de la cámara semiesférica



Fuente: Stannard (1988).

La tasa de evaporación calculada con la metodología anterior, debe ser multiplicada por un factor de corrección que depende de las dimensiones del domo ya que la plataforma de cálculo considera las dimensiones de un domo estándar ($\text{Diámetro}_{\text{Domo}} = 100 \text{ cm}$ y $h_{\text{Domo}} = 50 \text{ cm}$), y estas pueden variar levemente dependiendo del domo utilizado. El cálculo de este factor se realizó tal y como se indica en el numeral 4.5.1 del Apéndice J. de la Adenda 5. Para los domos utilizados durante 2019, los factores de corrección por forma utilizados se muestran en la Tabla 4-16.

Tabla 4-16 Factor de corrección por forma

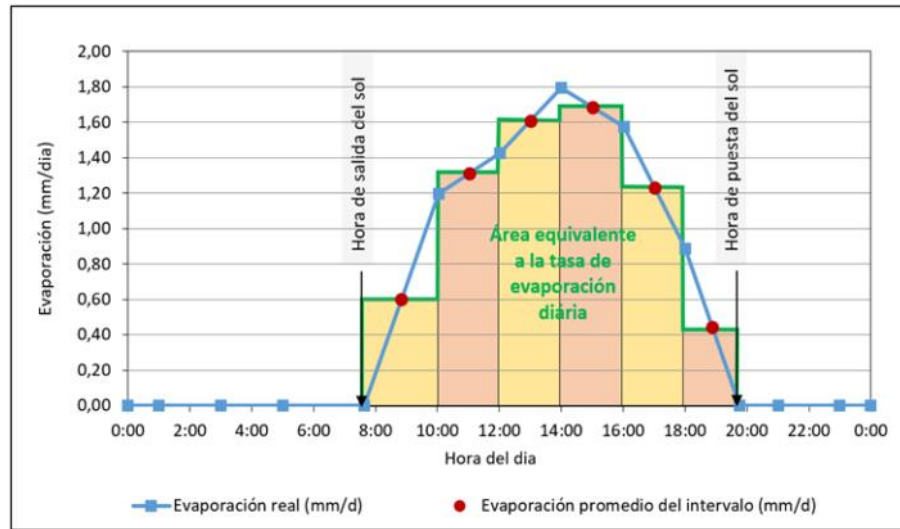
Domo	Área basal (m ²)	Volumen interior (m ³)	Factor de corrección
ALB-01	0,82	0,24	0,902
ALB-06	0,81	0,29	1,079
ALB-06 (2)	0,81	0,29	1,079
ALB-06 (3)	0,80	0,28	1,055
ALB-07	0,87	0,31	1,079
ALB-08	0,95	0,33	1,047
ALB-08 (2)	0,80	0,28	1,070
ALB-09	0,95	0,32	1,018
ALB-X1	0,79	0,28	1,075

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.4 Metodología de Cálculo de evaporación diaria

Debido a que la evaporación depende de la radiación solar, se define una tasa igual a 0 mm/día desde la hora en la que se pone el sol y hasta la hora que amanece, estas horas varían en función de la época del año en que se realizan las medidas. Luego, con el fin de obtener el área bajo la curva, se calcula el promedio de la tasa de evaporación entre cada par de medidas consecutivas de ambos días de medición y se multiplica este valor por el intervalo de tiempo transcurrido entre las dos medidas. De esta manera, se obtiene un valor de evaporación para cada intervalo de tiempo, tal y como se muestra en la Figura 4-21, cuyo ejemplo se presenta para las mediciones de un solo día. Finalmente, y para obtener la tasa diaria de evaporación, se suma todos los valores promedios obtenidos.

Figura 4-21 Ejemplo de cálculo de evaporación diaria



Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Medición de la Superficie Cubierta por Lagunas

4.3.3.1 Materiales y/o Equipos

La variable ambiental superficie cubierta por las lagunas se mide a partir del análisis de imágenes satelitales multiespectrales de alta y mediana resolución con validación en terreno, a las que se suman el sobrevuelo de un dron para complementar la información.

Las imágenes de alta resolución se obtuvieron del sensor Pleiades-1A (pixel de 2 x 2 m de resolución, resolución pancromática de 50 cm), mientras que las imágenes de mediana resolución se obtuvieron del sensor público Landsat 8 (pixel de 30 x 30 m de resolución).

Para la validación en terreno se utilizaron receptores geodésicos Full GNSS/GPS de doble frecuencia, tecnología geoestacionaria de posicionamiento en tiempo real al decímetro (10 cm), con señal de corrección *Starfire*, que entrega información en coordenadas UTM WGS84, huso 19S.

Complementariamente, se utilizó un dron modelo DJI modelo *Mavic Pro* con cámara de 12 mega pixeles, con vuelo programado a 200 metros de altura en los sistemas lagunares de La Punta y La Brava y Peine, con algunas excepciones de 300 metros en sectores con alta concentración de avifauna (Estos mosaicos fueron georreferenciados en base a la imagen de alta resolución y a los puntos de validación de terreno GNSS y que se utilizan como apoyo en la determinación del recubrimiento de suelo, lo que permite mejorar la precisión. Todo el detalle de la metodología, resultados y análisis se presenta en Anexo C de este informe.

4.3.3.2 Metodología de Medición

Las imágenes de alta resolución se focalizan en aquellas áreas de mayor interés y se adquieren en agosto y diciembre, tal como quedase establecido en la RCA N° 21/2016. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales Landsat, de menor resolución, se realiza en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del sensor Landsat 8, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición, complementariamente se utilizó un dron con vuelo programado en los sistemas lagunares de difícil acceso (Peine y La Punta - La Brava).

Las etapas metodológicas empleada durante la medición y análisis se resumen a continuación. El detalle de ellas se encuentra en el Anexo C de este Informe.

- i. Trabajo en terreno para validación del tipo de recubrimiento de suelo existente, como “cuerpo de agua” u “otro recubrimiento”, para cada punto de validación y por sistema lagunar de estudio. Para esta validación se utilizaron los mismos puntos²⁴ de réplicas estacionales de las campañas de invierno y verano de años previos (2016,2017, 2018) en zonas representativas de lagunas permanentes.
- ii. Obtención de las imágenes satelitales, paralelo a la campaña de terreno y el sobrevuelo del dron DJI modelo *Mavic Pro*, con su respectivo procesamiento digital, considerando correcciones radiométricas y atmosféricas.
- iii. Desarrollo y validación del modelo de clasificación supervisada de imágenes satelitales en base a la metodología “Modificada del Índice Normalizado de Diferencia de Agua” (NDWI por su sigla en inglés), la cual fue empleada en el estudio desarrollado en la Adenda 5 del Proyecto.

La clasificación supervisada de imágenes satelitales, se empleó para la identificación y delimitación de los cuerpos de agua. El método se inicia con el establecimiento, mediante criterio de experto, de los umbrales de clasificación para cada uno de los parámetros espectrales de evaluación que tienen una respuesta determinada ante la presencia de un cuerpo de agua.

Posteriormente, en un modelo de árbol de decisiones se estiman los cuerpos de agua, utilizando la combinación de los criterios definidos en el paso anterior y se evalúa el ajuste mediante la validación con los datos de terreno. Los parámetros

²⁴ Puntos: 305 puntos en La Punta y La Brava, 191 puntos en Peine, 84 puntos en Aguas de Quelana y 256 puntos en Soncor para sensor Pleiades-1A, mientras que para sensor Landsat 8 se utilizaron 97 puntos en La Punta y La Brava, 182 puntos en Peine, 84 puntos en Aguas de Quelana y 233 puntos en Soncor.

evaluados durante la clasificación supervisada en el presente estudio fueron cinco y se indican en el siguiente Acápite (“Metodología de cálculo”).

- iv. Finalmente, se realizó una depuración cartográfica, con lo cual se obtuvieron las coberturas de lagunas por sector.

4.3.3.3 Metodología de Cálculo

Para el cálculo de los parámetros espectrales del modelo de clasificación se utilizaron las siguientes metodologías:

- i) Índice de Diferencia Normalizada de Agua –NDWI

El índice NDWI (por su sigla en inglés, Normalized Difference Water Index) varía entre -1 y 1, asociando los valores positivos para las superficies con agua o húmedas y cero o negativo para el suelo y la vegetación terrestre estresada. El cálculo de este índice se realizó siguiendo la fórmula:

$$\text{NDWI} = (\text{V-NIR}) / (\text{V+NIR})$$

Donde: **V** es la reflectancia en el verde

NIR es la reflectancia en la banda del infrarrojo cercano

El cálculo de este parámetro se realizó tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1A.

- ii) Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación – NDVI

El Índice NDVI (por su sigla en inglés, Normalized Difference Vegetation Index), consiste en la comparación entre las bandas roja e infrarroja cercana, mediante la siguiente expresión:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR-R}) / (\text{NIR+R})$$

Donde: **R** es la reflectancia en la banda roja.

El NDVI varía entre -1 y 1 y resalta en valores positivos las áreas con presencia de vegetación, mientras que en el rango de los valores negativos, este índice detecta superficies que generalmente corresponden a nubes o cuerpos de agua. El cálculo de este parámetro se realizó tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1A.

- iii) NIR – Reflectancia en la banda del infrarrojo cercano

La Banda NIR (Banda 5 en Landsat 8 y Banda 4 en Pleiades-1A), posee características espectrales útiles para la detección de cuerpos de agua. Dadas las propiedades del agua de

absorción de la radiación electromagnética; esta baja reflectividad en el infrarrojo resulta útil en la distinción de áreas de tierra o suelos desnudos y agua.

Para el cálculo de este parámetro, se realiza la reclasificación de este parámetro tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1A.

iv) Reclasificación de bandas espectrales

Este parámetro consistió en un procedimiento de clasificación binaria de los píxeles en las imágenes espectrales Pleiades-1A, en que los píxeles de las bandas espectrales de las imágenes se enfrentaron a la condición lógica de la presencia de cuerpos de agua versus otros recubrimientos, en base al segmento de longitud de onda que refleja cada banda. Para este caso se procedió el cumplimiento de la condición: **(B1 < B2) y (B3 > B4)**. Donde las bandas corresponden a: B1 azul, B2 verde, B3 rojo y B4 infrarrojo cercano.

v) Transformación “Tasseled Cap”

La transformación “Tasseled Cap” (TCT) fue desarrollada para optimizar la visualización de la vegetación en imágenes multiespectrales (Hernández, 2005). Esta transformación produce tres nuevas bandas a partir de las originales de la imagen: Brillo (*Brightness*), Verdor (*Greenness*) y Humedad (*Wetness*).

En el caso de la componente de humedad es un contraste entre la reflectancia en el infrarrojo de onda corta (SWIR) y el visible/infrarrojo cercano (VNIR), proporcionando una medida del contenido de humedad del suelo. En estas bandas, el agua absorbe la radiación (con coeficientes de ponderación negativos) respecto al resto de las bandas menos afectadas por la humedad (coeficiente bajo y positivo) (Crist & Cicone, 1984; Crist, *et al.*, 1986).

Este parámetro se utilizó sólo en el caso de Landsat 8 y para su cálculo se utilizaron coeficientes que derivan estadísticamente a partir de estas imágenes y de observaciones empíricas que son específicos para cada sensor (Crist, *et al.* 1986).

vi) Umbrales de reclasificación y validación del modelo de clasificación supervisada

Durante el proceso de clasificación supervisada, se establecieron umbrales de reclasificación para cada parámetro del modelo, los cuales representaron el valor límite de clasificación de píxeles como “cuerpo de agua” u “otro recubrimiento”. Estos umbrales fueron definidos para cada sector, según el parámetro, y para cada tipo de imagen satelital.

La definición de cada umbral se realizó mediante inspección visual, validada por el conocimiento de las características de los objetos a catalogar, su respuesta espectral y de

los umbrales determinados en campañas anteriores (Anexo C). Además, este proceso se realizó en base a la representación del patrón espacial de las coberturas de la línea de base (Adenda 5, 2015). Cabe destacar que las variaciones de estos valores respecto a la línea de base son atribuibles al cambio del tipo de imágenes satelitales usadas, a las variaciones atmosféricas, las diferencias en el procesamiento de éstas y a cambios en los valores del conjunto de datos de cada imagen, correspondientes a los ajustes metodológicos detallados en el Anexo C.

Debido a la complejidad de las áreas de estudio, es preciso considerar diferentes intervalos en las distribuciones de las variables. Para ello, se utilizan los métodos de clasificación de datos por percentiles, intervalos equivalentes y quiebres naturales; esto con el objeto de encontrar el mejor ajuste en el modelo de clasificación. Este proceso se realiza en el software ArcGIS 10.0.

Una vez fijado cada umbral de clasificación, se extrae el conjunto de píxeles espectralmente similares que formaron grupos o clases, a las que luego se les asignó el tipo de recubrimiento de suelo que representaban (cuerpos de agua u otros recubrimientos).

El cálculo final del modelo por sector se realiza mediante la unión de los parámetros reclasificados según el umbral definido y se determina la cobertura de agua cuando al menos tres de los cuatro parámetros coincidían en clasificar el píxel como “cuerpo de agua”, de lo contrario queda asignado como “otro recubrimiento”; esto para ambos tipos de imágenes. El criterio de decisión en la cantidad de parámetros usados para asignar la categoría se relaciona con la complejidad del patrón espacial de cada sistema lagunar y de su variabilidad estacional (Ortiz, C. *et al*, 2014; DGA, 2014; Cornellà, O. *et al*, 2009).

Seguidamente, se procede con la validación del modelo de clasificación la cual se realiza a través de una matriz de confusión, que permite evaluar la exactitud del modelo. Fundamentalmente consiste en estimar el número de puntos correctamente cartografiados dentro de un conjunto de datos. En este caso, la matriz se construyó con la información del tipo de recubrimiento establecido en los puntos de validación de terreno y fueron comparados con los resultados del modelo. En esta matriz, la diagonal principal indica que las muestras fueron coincidentes o correctamente interpretadas (ITC, 1999; Flores, 2002).

El interés del uso de esta tabla de confusión proviene de su capacidad para plasmar conflictos entre categorías. De esta forma no solo se conoce la fiabilidad global de la clasificación, sino también la exactitud conseguida para cada una de las clases, así como los principales conflictos entre ellas (Chuvienco, 2006).

A partir de la matriz de confusión se realiza el cálculo del índice *Kappa*, el cual es una medida ajuste en términos de la exactitud del modelo de clasificación. Este mide la diferencia

entre los datos de validación en terreno y la clasificación según el modelo, e intenta delimitar el grado de ajuste de los datos, prescindiendo de los factores aleatorios (Congalton, 1991). El coeficiente *Kappa* fue calculado de la siguiente manera:

$$\kappa = \frac{[(\Sigma \text{concordancias observadas}) - (\Sigma \text{concordancias atribuibles al azar})]}{[(\text{total de observaciones}) - (\Sigma \text{concordancias atribuibles al azar})]}$$

El índice *Kappa* tiene un rango entre 0 y 1 el cual representa proporcionalmente la exactitud en el ajuste del modelo. Valores de *K* cercanos a 1 revelan una muy buena concordancia entre la realidad observada y la cobertura obtenida. Contrariamente, valores próximos a 0 sugieren que la concordancia observada es sólo debido al azar. Según Landis y Koch (1977), valores $K > 0,4$ indican un modelo de clasificación aceptable en término de exactitud y mayores a 0,6 sugieren un modelo confiable en la clasificación del recubrimiento de suelo obtenida.

Con los datos tomados en terreno y la clasificación finalizada por sistema lagunar, se procedió a evaluar su ajuste mediante la utilización de la Matriz de Confusión y el Índice de *Kappa*, con la finalidad de determinar el nivel de ajuste obtenido.

vii) Depuración cartográfica de cuerpos de agua

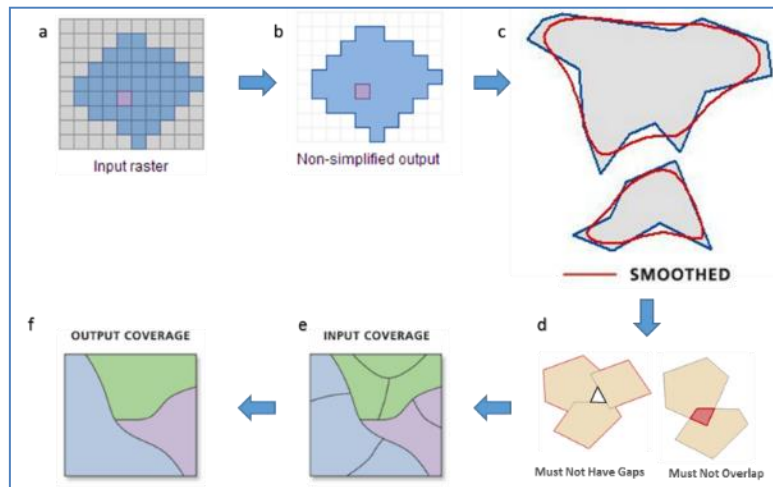
Posterior a obtener las coberturas de clasificación de los cuerpos de agua según el tipo de imagen satelital usada (Pleiades-1A y Landsat 8) y por sistema lagunar, se procedió con la depuración de las coberturas. Este proceso consistió primero en la transformación de los datos desde formato raster a entidades de polígonos en formato shape. El resultado se sometió a un proceso de suavizado, por la presencia de ángulos cerrados en sus contornos, para mejorar la calidad estética de la cartografía y su aproximación al contexto real (Figura 4-22).

Adicionalmente, se realizó una depuración final en los *shapes*, la cual buscó reducir errores de clasificación aleatorios siguiendo dos criterios:

- Remoción de polígonos clasificados como cuerpos de agua con tamaño inferior al equivalente de un pixel (0,0004 ha en Pleiades-1A y 0,09 ha en Landsat 8) y que estuvieran aislados a los cuerpos de agua de mayor tamaño dentro del sector de estudio y,
- Revisión y ajuste de las coberturas mediante fotointerpretación en cuerpos de agua permanentes, con apoyo de las imágenes desde dron existentes, en relación al patrón espacial de los registros de línea de base (Adenda 5, 2015) y de monitoreos anteriores, sobre las imágenes de alta resolución y Landsat 8.

El resultado de estas operaciones originó una clasificación binaria (cuerpos de agua / otros recubrimientos), que fueron fusionados con parámetros con igual codificación, y ajustados a los polígonos que delimitan las áreas de estudio. El resultado final correspondió a un archivo en formato *shape* de cada sistema lagunar (La Punta - La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor).

Figura 4-22 Diagrama del proceso de transformación y depuración de imágenes formato de cobertura continua (raster) a polígonos (shape)



Dónde: a: Ingreso Raster; b: transformación a formato shape; c: suavizado de polígonos; d: corrección de errores topológicos; e: generación de entidades poligonales; f: fusión de polígonos.
 Fuente: Cedrem Consultores en base a imágenes ESRI.

Mayor detalle de cada una de las metodologías señaladas se presenta en el Anexo C del presente Informe.

4.3.4 Medición del Nivel Limnimétrico de las Lagunas

4.3.4.1 Materiales y/o Equipos

La variable de nivel de las Lagunas se mide a través de las reglas limnimétricas o estacas instaladas en los puntos de medición. Las reglas limnimétricas instaladas por ALB son de 1 cm de precisión, y la medición para la obtención de la elevación de la lámina de agua o altura limnimétrica se realiza con el uso de una cinta métrica, de precisión 1 mm.

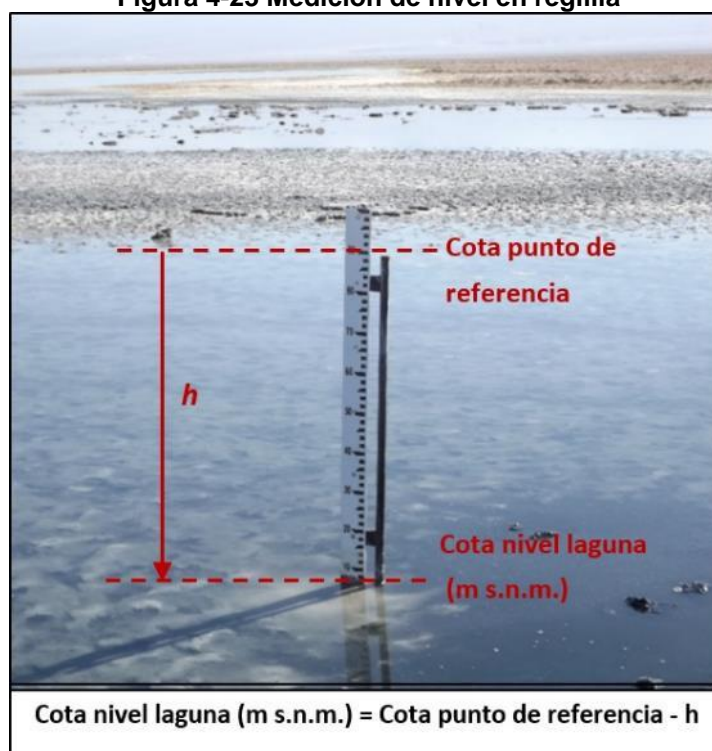
4.3.4.2 Metodología de Medición

La medición se realiza midiendo la distancia (*h*) desde el punto de referencia (punta de la estaca donde va amarrada la reglilla) hasta el espejo de agua (ver Figura 4-23). Esta medida (*h*) se mide al menos tres veces, registrando la medida definitiva en la libreta de terreno luego de verificar que entre cada medida no exista una diferencia mayor a 1 cm. Se destaca que producto del viento y el pequeño movimiento que éste genera en los niveles

superficiales de agua, el error de medición de esta variable, es efectivamente mayor a la del instrumento de medición (cinta métrica).

Posteriormente durante el procesamiento de los datos en gabinete, se calcula la elevación del nivel del espejo de agua en m s.n.m. para cada medición restando a la cota del punto de referencia la altura o distancia h (en metros) medida con la cinta métrica. Cabe indicar que para todos los puntos medidos se dispone de la elevación del punto de referencia en m s.n.m. (cota de referencia) obtenida mediante levantamiento topográfico de precisión.

Figura 4-23 Medición de nivel en reglilla



Fuente: Elaboración propia.

4.3.5 Aforo de Caudales Superficiales

4.3.5.1 Materiales y/o Equipos

Para el cálculo de caudales superficiales se realizan mediciones de la velocidad de agua en L/s en una sección del cauce, para ello se utiliza un aforador de hélice o molinete, de marca Gurley Precision Instruments y modelo "Gurley Meter Manual 625D Pygmy-Digital" que tiene un rango de lectura de 0,02 a 0,9 m/s, con una precisión del 2%.

Cuando la altura de escurrimiento del agua en una sección es menor a 4 cm, no se puede medir la velocidad del flujo con el molinete. En estos casos se hace la prueba con la técnica del flotador, para determinar si existe flujo.

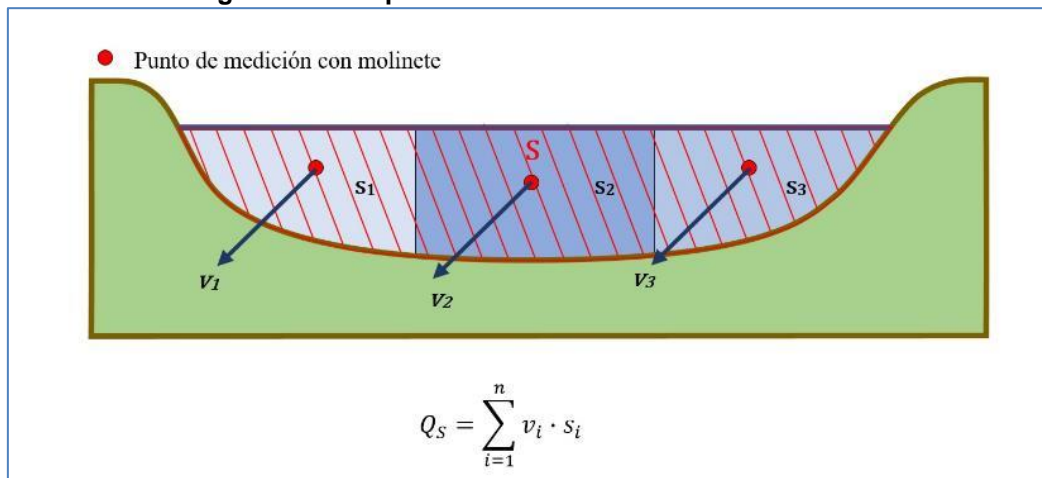
4.3.5.2 Metodología de Medición

Para realizar la medida del aforo del caudal superficial, se divide el cauce en dos, tres o más áreas transversales o secciones, dependiendo de la geometría y ancho de éste, de manera de medir velocidades en diferentes secciones de escurrimiento con velocidades uniformes en ellas.

Las secciones se miden a través de su componente vertical, que es la altura promedio total de escurrimiento comprendida desde el lecho hasta el nivel superficial del agua y su componente horizontal que corresponde a la longitud distancia entre dos puntos que dividen las secciones, a veces marcados con estacas en terreno. En el caso de las estaciones Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine, se considera una única sección debido a que la velocidad de escurrimiento en toda su área es suficientemente uniforme por lo que no se considera necesario subdividir la sección.

La medición y registro de velocidades de escurrimiento se ejecuta colocando el molinete al 60% de profundidad y al centro, en la horizontal, de cada sección asignada (Figura 4-24 y Figura 4-25). El *logger* del molinete informa las mediciones de velocidad cada 4 segundos, las que se van anotando en la libreta de terreno. El profesional verifica que estas medidas sean relativamente uniformes, y que se mantengan dentro de un mismo rango de magnitud. Si esto ocurre, el dato de velocidad que se toma como característico de la sección medida es aquél que se repite al menos tres veces dentro del tamaño de muestra representativo de cada sección, que puede variar generalmente entre 6 y 9 mediciones consecutivas anotadas en la libreta.

Figura 4-24 Esquema de medición de caudal de aforo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-25 Aforo con molinete



Fuente: Elaboración propia.

4.3.5.3 Metodología de Cálculo

El caudal total de escurrimiento de cada punto de aforo se calcula como la sumatoria de los caudales de cada sub-sección establecida en terreno. El caudal de cada sección (q_i) se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$q_i = \text{velocidad}_i \text{ (m/s)} \times \text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)}$$

En el caso de secciones rectangulares, el área de la sección i es comprendida como la altura de la profundidad de escurrimiento por la longitud horizontal del flujo de agua en la misma:

$$\text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)} = \text{Longitud horizontal}_i \text{ (m)} \times \text{Altura profundidad de escurrimiento}_i \text{ (m)}$$

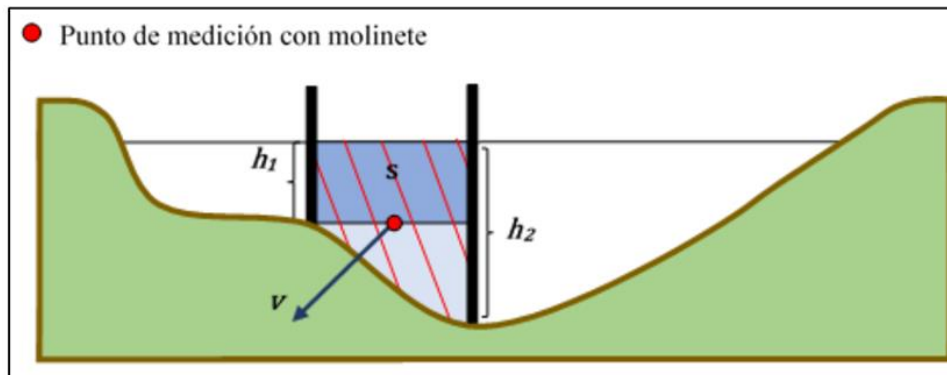
En el caso de secciones triangulares, el área se calculará de la siguiente manera:

$$\text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)} = \frac{1}{2} \times \text{Longitud horizontal}_i \text{ (m)} \times \text{Altura profundidad máxima de escurrimiento}_i \text{ (m)}$$

En el caso de secciones compuestas por más de un polígono (normalmente un rectángulo y un triángulo rectángulo, Figura 4-26), el área de la sección i se calcula como la suma del área de ambos polígonos, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)} = h_1 \text{ (m)} \times \text{Long. horizontal (m)} + \frac{1}{2} \times (h_2 \text{ (m)} - h_1 \text{ (m)}) \times \text{Long. horizontal (m)}$$

Figura 4-26: Esquema de sección de aforo con dos polígonos



Fuente: Elaboración propia.

Cuando la altura de escurrimiento del agua en una sección es menor a 4 cm, no se puede medir la velocidad del flujo con el molinete. En estos casos se hace la prueba con la técnica del flotador, y si existe flujo, se le asigna a la sección la mínima velocidad de escurrimiento, de 0,04 m/s, que es la velocidad mínima que puede cuantificar el equipo. En caso que no se detecte flujo, se asigna una velocidad de 0 m/s a la sección.

4.3.6 Medición de Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre

4.3.6.1 Materiales y/o Equipos

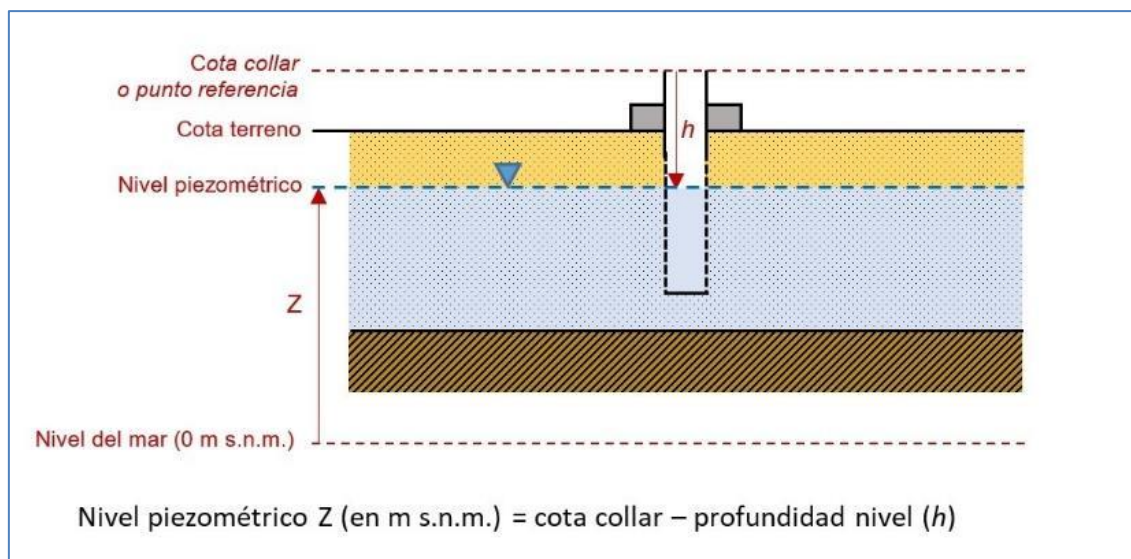
La medición de la profundidad del nivel del agua en pozos, piezómetros, piezómetros someros (barrenos) y zanjas fue realizada manualmente con pozómetros marca Solinst Modelo 101 (de distintas longitudes).

4.3.6.2 Metodología de Medición

Previo a cada campaña de monitoreo, se verifica el correcto funcionamiento del equipo, para esto se comprueba que el equipo emite una señal sonora y/o luminosa al entrar en contacto con el agua.

La medición de profundidad de nivel de agua se realiza desde un punto de referencia prefijado para cada piezómetro/pozo que normalmente es el collar de su brocal (Figura 4-27). En algunos casos, debido a que la perforación no tiene brocal o al hecho de que se trata de pozos con bomba y línea instalada, la medición se toma desde otro punto de referencia, pudiendo ser ésta la cota terreno u otro punto predefinido. Así pues, las medidas de profundidad del nivel registradas en la libreta de terreno representan la profundidad de la lámina de agua/salmuera medida desde el punto de referencia que se denomina cota de referencia o cota collar. Para el caso de las zanjas, éstas tienen una tabla de madera con una marca que corresponde a la cota de referencia desde donde se mide la profundidad del nivel.

Figura 4-27 Medición de Nivel de Agua/Salmuera en Piezómetros



Fuente: Elaboración propia.

La profundidad del nivel del agua (h) se mide al menos tres veces, registrando la última medición como medida definitiva en la libreta de terreno luego de verificar que entre cada medida no exista una diferencia mayor a 1 cm. En particular los pozómetros cuentan con una precisión de 1 a 2 milímetros, por lo tanto su variabilidad es menor al 0,1% de dispersión de datos. Es importante destacar, que cada vez que se utiliza el pozómetro, éste se lava con agua destilada y se seca con toalla de papel antes y después de efectuar cada medición.

Posteriormente durante el procesamiento de los datos en gabinete, se calcula la elevación del nivel de agua en m s.n.m. para cada medición, restando la profundidad medida del nivel de agua (h) a la cota de referencia. Cabe indicar que para todos los puntos medidos se dispone de la elevación del punto de referencia en ms.n.m. obtenida mediante levantamiento topográfico de precisión.

4.3.7 Medición de Posición de la Interfase Salina

4.3.7.1 Materiales y/o Equipos

La variable de la posición de la Interfase Salina se mide a través de perfiles de conductividad y temperatura en pozos y/o piezómetros ranurados en toda su longitud. Los equipos utilizados durante el año fueron sondas marca SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3, Figura 4-28, de 100 m y de 250 m de largo.

4.3.7.2 Metodología de Medición

El monitoreo de la posición de la Interfase Salina se realiza a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica con la sonda (ver Figura 4-28) en piezómetros

habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportan como datos y gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica. Para conocer la cota altimétrica [m s.n.m.] de la posición de la interfase, se cuenta con la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo.

Figura 4-28 Sonda SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3



Fuente: SEBA Hydrometrie GmbH & Co. KG.

Previo al inicio de los trabajos en terreno, se realiza la calibración de la sonda y antes de iniciar la toma de las mediciones en cada punto, se verifica su correcto funcionamiento.

En el punto de medición se inicia el descenso de la sonda por el pozo, hasta que la sonda detecta el nivel del agua dentro de la perforación. Desde esa profundidad se registran las lecturas de conductividad (en mS/cm) y temperatura (en °C) durante el descenso de la sonda por la columna de agua/salmuera, en intervalos definidos, esperando que estas medidas se estabilicen y se muestren en el mismo valor de la pantalla durante 30 segundos.

Los intervalos de medición están sujetos a la variación de la conductividad. Cuando se detectan valores por sobre 100.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicativo de que se está cerca de la zona de interfase entre agua salobre y salmuera, la medición se realiza cada 0,2 – 0,5 m. Luego que los registros de conductividad se estabilizan en torno al valor característico de la salmuera durante al menos tres intervalos, se pasa de nuevo a registrar la conductividad eléctrica cada 1 o 2 metros.

Las lecturas realizadas por la sonda se observan en una pantalla al costado del tambor del equipo; para cada profundidad de medición, una vez estabilizadas, son anotadas inmediatamente en la libreta de terreno por el supervisor encargado del monitoreo.

Una vez finalizado el perfil de conductividad y temperatura de la columna de agua del punto, se extrae la sonda y se lava el instrumento con agua destilada.

4.3.8 Muestreo y Análisis de la Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea

La calidad química de las aguas se mide a través de la medición de parámetros físico-químicos *in situ* y de la toma de muestras que son analizadas posteriormente en un laboratorio químico. Al corresponder estas actividades al muestreo, medición y análisis por cumplimiento de una RCA, éstas se realizan con un laboratorio certificado como ETFA (Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental) por la SMA. Durante el año 2019, la ETFA encargada del muestreo de aguas superficiales y subterráneas fue Hidrolab, y fue asistida y acompañada en terreno por personal de SGA y ALB. A continuación, se presenta la metodología utilizada por la ETFA, la cual se rige por normativas NCh. 411 para el muestreo y medición en terreno de las muestras.

4.3.8.1 Materiales y/o Equipos

Para la variable de calidad físico química de las aguas, se realiza a) medición de parámetros *in situ*, b) toma de muestras de agua, para envío a laboratorio; y c) análisis en laboratorio, que en el año 2019 fue realizado por Hidrolab.

a) Materiales y equipos para la medición *in situ*

En la Tabla 4-17 se indican los materiales necesarios para la medición *in situ*.

Tabla 4-17 Materiales y Equipos para la medición de parámetros *in situ*

Equipo	Parámetros
Multiparámetro Hanna HI98194	Temperatura pH Conductividad eléctrica Sólidos disueltos totales Oxígeno disuelto
Pozómetro marca Solinst Modelo 101	Nivel piezométrico
Bomba Waterra	No hay parámetro asociado

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4-18 presenta las especificaciones técnicas (resolución y rangos de medición) del fabricante del equipo multiparámetro utilizado por la ETFA en el monitoreo físico-químico *in situ*.

Tabla 4-18 Especificaciones técnicas equipo multiparámetro HI 98194

Parámetro	Rango medición	Resolución	Precisión
pH	0,00 a 14,00	0,01 ; 0,1 mV	± 0,02 ; ± 0,5mV
Conductividad eléctrica (CE)	0 a 200 mS/cm	0,01 mS/cm a 0,1 mS/cm	± 1% de la lectura; ± 1 µS/cm
Temperatura	-5,00 a 55,00 °C	0,01°C	± 0,15 °C
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	0 a 9999 (mg/L)	1 ppm (mg/L)	± 1% de la lectura; ± 1 (mg/L)
Oxígeno Disuelto (O.D.)	0,00 a 50,0 (mg/L) (O.D. real L _{max} 14,6 mg/L)*	0,1% 0,01 (mg/L)	0,00 a 30 mg/L ± 1,5% de la lectura

*O.D. Límite máximo en aguas naturales (14,6 mg/L)

Fuente: Manual de instrucciones del equipo.

Los datos de conductividad eléctrica en terreno que superan los 200.000 µS/cm, quedan fuera del rango de medición del equipo, por lo que su conductividad eléctrica se calcula a partir del valor de conductividad absoluta aplicándole un factor de corrección que es función de la temperatura de la muestra.

Los registros de calibración diaria del equipo multiparamétrico utilizado por la ETFA para el monitoreo *in situ* se presentan en el Anexo H-4 de este informe.

b) Materiales y equipos para la toma de muestras

En la Tabla 4-19 se indican los materiales necesarios para la toma de muestras.

Tabla 4-19 Materiales y Equipos para la Toma de Muestras

Material/Equipo	Parámetros
Envases de Laboratorio	Analitos comprometidos para muestras de aguas superficiales y subterráneas.
Bomba peristáltica para filtrado Geotech	Para muestras de agua subterránea / superficial
Pozómetro marca Solinst Modelo 101	Para muestras de agua subterránea
Bomba "Wattera"	Para muestras de agua subterránea
Bailer simple	Para muestras de agua subterránea.
Kit filtrado Millipore	No hay parámetro asociado

Fuente: Elaboración propia.

c) Materiales y equipos para análisis de laboratorio

En la Tabla 4-20 se indican los materiales necesarios para el almacenamiento y traslado de muestras.

Tabla 4-20 Materiales y Equipos para almacenamiento y Traslado de muestras

Equipo	Parámetros
Envases de plástico de 1 l	Cloruros Nitrato Sulfato pH Conductividad Densidad Bicarbonato Sólidos Disueltos Totales
Envases de plástico de 500 ml	Metales totales Metales disueltos
Preservantes HNO ₃	Metales totales y disueltos

Fuente: Laboratorio Hidrolab.

Todos los envases son conservados en un cooler a una temperatura de 4 ± 2 °C hasta el momento de su análisis, mediante el uso de acumuladores de frío.

En función del analito o parámetro a determinar, algunos envases reservorios de muestras contienen agente preservante. En la Tabla 4-21 se indica las características de preservación de las muestras en caso que corresponda.

Tabla 4-21 Características de preservación de muestras

Analito(s) de interés	Preservación	Filtrado de muestra
Cationes mayoritarios disueltos (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ y K ⁺)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	Sí
Aniones mayoritarios disueltos (Cl ⁻ , SO ₄ ⁼ , HCO ₃ ⁻ y NO ₃ ⁻)	Sin preservación	No
Elementos mayoritarios totales (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ y K ⁺)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	No
Elementos minoritarios y trazas disueltos (B, Li y Sr)	pH<2 Ácido Nítrico 2% (después de filtrar)	Sí
Elementos minoritarios y trazas totales (Al, As, B, Fe, Li, Si y Sr)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	No
Parámetros Físicoquímicos de laboratorio (pH, C.E., SDT y Densidad)	Sin preservación	No

Fuente: Laboratorio Hidrolab.

Los registros de las cadenas de custodia de las muestras tomadas se presentan en el Anexo H-6 de este informe.

4.3.8.2 Metodología de toma de muestras

- Aguas superficiales: En el caso de las muestras de aguas naturales superficiales, su procedencia puede ser lagunar y de canal o vertiente, las que se obtienen directamente del punto de muestreo. Los envases reservorios de las muestras sin preservantes se ambientan 3 veces con el agua del mismo punto de muestreo y luego se toma la muestra. Es relevante indicar que al momento de tomar la muestra, se procura no levantar sedimentos del lecho, para no alterar la representatividad de la muestra, evitando así la sobreestimación de la química presente en los cuerpos de aguas monitoreados. Para las muestras con preservantes se llenan con agua a partir de recipientes ambientados, con precaución de no derramar muestra y preservante.
- Aguas subterráneas: El muestreo de aguas subterráneas en pozos y piezómetros se realiza mediante extracción con una bomba Waterra. Para asegurar la representatividad de la muestra se utilizó el método de estabilización de parámetros físico-químicos (conductividad eléctrica, pH y temperatura), para de esta manera asegurar que la muestra obtenida es representativa del acuífero y no del almacenamiento en el propio piezómetro. Los criterios de estabilización de parámetros adoptados por Hidrolab en terreno son los indicados en la Tabla 4-22 y los registros de la estabilización de parámetros físico-químicos para cada muestreo se presentan en el Anexo H-5 de este informe.

El día de muestreo y medición, en el punto de monitoreo, se introduce la bomba *Waterra* y se comienza la purga, una vez los parámetros se estabilizan, se procede a registrar la medida de parámetros *in situ* en la libreta de terreno tomada desde un recipiente ambientado 3 veces con el agua del mismo punto de muestreo y se realiza el muestreo.

4.3.8.3 Metodologías de medición y análisis

a) Metodología para la medición de parámetros *in situ*

Los parámetros físico-químicos *in situ* de pH, Conductividad eléctrica, Sólidos disueltos totales, Oxígeno disuelto y Temperatura se miden con un equipo multiparamétrico (Hanna, Modelo HI 98194) propiedad de la ETFA. Se destaca además, que al inicio de cada jornada de trabajo, personal de SGA chequea que las mediciones de este equipo son concordantes con las mediciones realizadas con el equipo multiparamétrico propiedad de ALB (Hanna, Modelo HI 9829). Adicional a lo anterior, se utiliza para verificar las mediciones de las muestras de salmuera el equipo medidor de temperatura, CE, TDS, NaCl y resistividad de ALB (Hanna, HI 98192). Luego, durante las mediciones de parámetros físico-químicos, SGA contrasta cada medición realizada por Hidrolab con mediciones propias realizadas con el equipo multiparamétrico propiedad del titular.

Para el caso de aguas superficiales, los parámetros se miden en muestras extraídas directamente de los cuerpos de agua, desde recipientes sin preservantes ambientados tres veces con el agua del mismo punto de muestreo. Para el caso de aguas subterráneas, estas mediciones se registran una vez se detecta que los valores de los parámetros físico-químicos *in situ* se estabilizan dentro de los rangos ilustrados en la Tabla 4-22 en recipiente de muestreo.

Tabla 4-22 Criterio estabilización de parámetros *in situ* para el muestreo de aguas

Parámetro	Rango estabilización
pH	± 5%
Conductividad eléctrica (CE)	± 5%

Fuente: Laboratorio Hidrolab.

b) Metodologías de análisis de aguas en Laboratorio

Los métodos analíticos y características de éstos utilizados por el laboratorio para la medición de parámetros físico-químicos y concentración de analitos se indican Tabla 4-23.

Asimismo, para los analitos disueltos se realiza un post-proceso de filtrado.

Tabla 4-23 Métodos de análisis en laboratorio

Parámetro/analito	Método analítico (Standard Method)	Cód. Método	Unidades	Límite de detección
Conductividad Eléctrica	Conductividad Eléctrica	SM-2510 B	µS/cm	1,0
Densidad	Densímetro	SM-2710 F	g/mL	0,9
pH	Método Electrométrico	SM-4500HB	---	---
Bicarbonato (HCO ₃)	Método de la Titulación	SM-2320 B	mg/L	1,2
Sólidos Disueltos Totales	Método Sólidos Disueltos Totales secados a 180°C	SM-2540 C	mg/L	3,00
Aluminio (Al)	Plasma Emission Spectroscopy	SM-3120 B	mg/L	0,01
Arsénico (As)	Absorción atómica (generación de hidruros)	SM-3114 C	mg/L	0,001
Boro (B)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,002
Boro Disuelto (B)	Metales Disueltos ICP	SM-3120 B	mg/L	0,002
Calcio (Ca)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,20
Calcio Disuelto (Ca)	Metales Disueltos ICP	SM-3120 B	mg/L	0,20
Cloruros (Cl)	Argentometric Method	SM-450CLB	mg/L	0,50
Estroncio (Sr)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,001
Estroncio Disuelto (Sr)	Metales Disueltos ICP	SM-3120 B	mg/L	0,001
Hierro (Fe)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,002
Litio (Li)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,003
Litio Disuelto (Li)	Metales Disueltos ICP	SM-3120 B	mg/L	0,003
Magnesio (Mg)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,2
Magnesio Disuelto (Mg)	Metales Disueltos ICP	SM-3120 B	mg/L	0,2
Nitrato (N-NO ₃)	Nitrate Electrode Method	SM-4500 D	mg/L	0,2

Parámetro/analito	Método analítico (Standard Method)	Cód. Método	Unidades	Límite de detección
Potasio (K)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,2
Potasio Disuelto (K)	Metales Disueltos ICP	SM-3120 B	mg/L	0,2
Silicio (Si)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,02
Sulfato (SO ₄)	Gravimetric method	SM-45SO4C	mg/L	1,0
Sodio (Na)	Metal Total ICP	SM-3120 B	mg/L	0,2
Sodio Disuelto (Na)	Metales Disueltos ICP	SM-3120 B	mg/L	0,2

Fuente: Laboratorio Hidrolab.

4.3.8.4 Validación de resultados, cálculo del Balance Iónico y otras verificaciones

Si bien el muestreo, las mediciones y los análisis químicos los ha realizado un laboratorio certificado como ETFA por la SMA (Hidrolab), una vez se reciben los certificados de laboratorio se revisan los valores entregados para cada muestra y parámetro con el objetivo de validar los resultados.

Una de las verificaciones más importantes para el control de calidad de los resultados de laboratorio es el cálculo del error de balance iónico a partir de la siguiente expresión, para la que comúnmente se consideran solamente los cationes y aniones mayoritarios (Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Cl⁻, HCO₃²⁻, SO₄²⁻ y NO₃⁻), pero que también pueden considerarse otras especies disueltas si éstas se encuentran en concentraciones destacadas:

$$\text{error de balance (\%)} = 100 \times \frac{\text{suma de cationes} - \text{suma de aniones}}{\text{suma de cationes} + \text{suma de aniones}} \text{ (en meq/L)}$$

Este cálculo mide la calidad global de los análisis de laboratorio ya que las aguas subterráneas y superficiales deben mostrar siempre un equilibrio entre las cargas eléctricas de sus especies disueltas. Los errores admitidos (en valor absoluto) son en general hasta un máximo de un 5%, aunque en ocasiones para aguas muy dulces, con conductividades menores a 200 µS/cm, pueden aceptarse errores un poco mayores, así como también para aguas muy salinas, en que el análisis de laboratorio es más complejo por las interferencias que se generan entre los diferentes parámetros disueltos y/o en suspensión.

Los errores de balance negativos indican que la concentración de alguna (o algunas) de sus especies aniónicas ha sido sobreestimada, o bien que los análisis de las especies catiónicas han subestimado alguna de sus concentraciones. El error de balance positivo, indica lo contrario.

En relación al cálculo del balance iónico (B.I.) de las muestras, en el considerando 10.8 de la RCA N° 21/2016, se indica textual: “10.8. Monitoreo físico- químico de las aguas: en los respectivos Informes de Seguimiento se deberán presentar los resultados de los balances iónicos de los muestras ejecutados. Al respecto, se deberán considerar los lineamientos de

la “Guía del Servicio de Evaluación Ambiental para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA” (SEA, 2012), para efectos de contar con referencias vigentes sobre los valores de errores admisibles para diferentes conductividades eléctricas del agua. Además, deberán cumplirse los lineamientos que dicte la SMA respecto al organismo que analice las muestras (laboratorio).”

Al respecto, y como ya se ha mencionado, el organismo que analizó las muestras durante el 2019 fue el laboratorio Hidrolab, que cumple con los lineamientos de la SMA y está certificado como ETFA. Respecto a la fórmula de cálculo del error de balance iónico que indica la “Guía del Servicio de Evaluación Ambiental para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA” (SEA, 2012), en su acápite A3.4.1.1, ésta es la misma mencionada anteriormente, pero se indica de utilizar los 8 iones mayoritarios Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^{2-} , SO_4^{2-} y NO_3^- . Sobre este punto, y considerando las características químicas generales de la mayor parte de las aguas salobres y salmueras de la cuenca del Salar es que para este Proyecto, al igual que lo realizado en su tramitación de Adenda 5, se han utilizado en el cálculo del error de balance las concentraciones disueltas de los cationes Estroncio (Sr^{2+}), Litio (Li^+) y Boro (B^+). Esto, dado que en determinadas muestras, los miliequivalentes por litro de estas especies son importantes, y contribuyen al equilibrio eléctrico de las muestras.

En relación a los errores de balance iónico admisibles para diferentes conductividades eléctricas del agua, debe destacarse que la Guía, de “carácter indicativo y referencial” (Guía SEA 2012, pág. 14), presenta una tabla, modificada de Custodio y Llamas, aplicable para aguas dulces de 0 a 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando los errores de balance admisibles cada vez menores para los rangos de conductividad de 50 a 199 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de 200 a 499 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 500 a 1.999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y $>2.000 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Sin embargo, las muestras que forman parte del PSAH son aguas salobres y salmueras con conductividades mayores a 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; con el 75% de las muestras con conductividades por encima los 20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una gran proporción con valores mayores a los 100.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que la referencia anterior, no se considera adecuada para las aguas de altas conductividades del Salar de Atacama. En los análisis de muestras salobres y salmueras, las dificultades técnicas de los laboratorios en conseguir errores de balance bajos recae en las interferencias que se producen entre las concentraciones de cada elemento durante su análisis, así como en la purga de los equipos entre cada una de las muestras, siendo muy difícil cumplir sistemáticamente, y para todas las muestras, con errores menores al 5% en error absoluto.

Es por ello que la verificación y validación de los resultados del laboratorio consistió en calcular el error de balance iónico de cada muestra, y verificar las tendencias históricas de

cada parámetro, muestra por muestra, solicitando realizar las repeticiones necesarias al laboratorio para conseguir que el 70-90% de muestras cumpla con el error de balance inferior al 5%, y todas con un error inferior al 10%. Las estadísticas de cumplimiento se describen en el Capítulo 5 de resultados en la sección 5.8 Calidad Química del agua superficial y subterránea.

4.3.9 Medición de los Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre

Materiales y/o Equipos

Los equipos instalados en cada pozo para la medición del caudal extraído por las bombas instaladas corresponden a los caudalímetros o flujómetros que se indican en la Tabla 4-24. Estos equipos miden el flujo que pasa a través de la tubería en unidades de m³/h.

Tabla 4-24 Materiales y Equipos para la medición de Volúmenes Bombeados

Equipo	Parámetros
Caudalímetro o Flujómetro Arkon, modelo MAG X2	Caudal

Fuente: Elaboración propia.

Metodología de Medición

Tal como se indicó en el Anexo 3 de la Adenda 5, los caudales de extracción están disponibles en línea en tiempo real desde seis meses después de la aprobación del Proyecto. A la fecha del presente informe se ha remitido a la autoridad el link para el acceso a la información.

La información se presenta en línea, a través de la plataforma “Dezem”, donde aparecen los pozos de extracción (salmuera y agua industrial), sus coordenadas, flujo y volumen en tiempo real. El usuario y clave de acceso se le entregó a la autoridad ambiental en julio del año 2016.

4.4 Fechas de medición, muestreo y/o análisis

Las fechas de muestreo y/o medición que se reportan en este Informe Anual PSAH son las que se indican en la Tabla 4-25 como meses en los cuales se realizaron las campañas, y cuyas fechas exactas se presentan en las tablas de Resultados de cada una de las variables en el Capítulo 5 Resultados y Análisis por variable.

Además, cabe señalar que durante los meses de febrero, marzo y abril del 2019 se realizaron monitoreos con aumento de frecuencia relacionados a la activación del PAT Fase I Sector alerta Norte (producto de la activación de PC de SQM) lo que se presenta en la Tabla 4-26. Lo anterior, da cumplimiento a lo indicado en el Considerando 10.18 de la RCA N°21/2016, descrito en el Capítulo 4 del Anexo 3 del Adenda N°5 del EIA “Modificaciones y

Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, (“el Anexo 3”), y en particular respecto de dicho Plan de Alerta Temprana (PAT) para el denominado “Sector de alerta Norte”, que se encuentra contenido en el numeral 4.5 del citado Anexo 3.

Tabla 4-25 Fechas de Muestreo y Medición durante el año 2019

Variable Ambiental	Frecuencia Medición	Mes de Campaña realizada											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Variabes Meteorológicas	Continuo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Evapotranspiración	Trimestral			X			X		X				X
Superficie Cubierta por lagunas	Semestral								X				X
Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Mensual*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aforos de Caudales superficiales	Trimestral			X			X		X				X
Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Mensual*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Posición de la Interfase Salina	Trimestral*	X	X	X	X		X			X		X	
Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Trimestral*	X	X	X	X			X			X		
Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

* Producto de la activación del PC de SQM, y por lo tanto el PAT de ALB, y de sus medidas asociadas, es que se aumento la frecuencia de monitoreo de las variables correspondientes, pasando de mensual a quincenal para la variable niveles freáticos y de trimestral a mensual en el caso de la posición de interfase salina y calidad de aguas. Este aumento en la frecuencia de monitoreo se materializó en los meses de febrero, marzo y abril de 2019, en todos los puntos donde se compromete el monitoreo de cada una de las variables indicadas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-26 Fechas de Muestreo y Medición adicionales asociadas a Activación Fase I PAT Sector alerta Norte 2019

Variable Ambiental	Frecuencia Medición	Mes de Campaña realizada		
		Feb	Mar	Abr
Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Quincenal	X	X	X
Posición de la Interfase Salina	Mensual	X	X	X
Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Mensual	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

5 RESULTADOS Y ANÁLISIS POR VARIABLE

En este capítulo, se presentan los resultados de todas las variables ambientales comprometidas y monitoreadas en el marco del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico – PSAH de Albemarle. Los resultados son presentados de manera tabular y/o numérica, como también de forma gráfica, en donde los datos levantados durante 2019 son mostrados de forma integrada con la información histórica, cuando corresponde, de manera de lograr una mejor comprensión de la evolución temporal de los mismos.

Junto con lo anterior, en los Anexos de este Informe, se entregan los archivos y planillas excel que contienen todos los datos históricos monitoreados por ALB. Además, este informe incorpora los archivos excel en el formato que establece la SMA en su Resolución Exenta N°894/2019. Esta resolución entró en vigencia el 27 de septiembre del año 2019 y dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental de la componente ambiental “agua”. El artículo 1 de la resolución señala que *“los titulares de proyecto o actividades en cuya Resolución de Calificación Ambiental (RCA) se contemple la ejecución de actividades de muestreo, medición, análisis y/o control de los subcomponentes aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas, deberán presentar los informes de seguimiento ambiental de acuerdo a las siguientes instrucciones, de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la R.E. N°223/2015”*. En cuanto a la temporalidad de la información entregada en este formato, se tiene que corresponde al período aplicable al presente Informe Anual, es decir, toda la información de monitoreo del año 2019.

Así, este Informe Anual considera los Anexos O, P, Q, R y S, con las planillas de datos medidos en formato SMA 894/2019 de las siguientes variables:

- Caudales Superficiales (aforos)
- Niveles de Aguas (pozos y limnímetros)
- Caudales de Bombeo
- Calidad de Aguas (superficial y subterránea)
- Estratigrafía y perfiles de habilitación.

Es importante considerar que durante los días 26 de enero y 9 de febrero de 2019, se produjeron altas precipitaciones²⁵ en el sector debido al fenómeno climático conocido comúnmente como “invierno boliviano”. Esta situación influyó en las condiciones para el monitoreo y los caminos de acceso a ciertos puntos pertenecientes a la red del PSAH no estuvieron en condiciones adecuadas para el tránsito, por lo que no fue posible realizar todas

²⁵ Los meses que registraron PP, en orden decreciente, son: enero (27,8 mm), febrero (18,9 mm), septiembre (1,4 mm) y abril (0,1 mm). El resto del año no hubo precipitaciones.

las mediciones comprometidas durante la primera quincena del presente mes de febrero²⁶. También se registraron precipitaciones en los meses de abril y septiembre, aunque de menor magnitud. El resto del año, no hubo precipitaciones.

Considerando la data histórica de la estación de meteorológica de Albemarle, desde 1997, es importante destacar que el año 2019 se instala como el tercer año más lluvioso (48,2 mm), después del año 2001 (85,9 mm) y 2017 (65,7 mm). Estas condiciones se señalan para tenerlas en consideración ya que se relacionan con el comportamiento y variabilidad de todas las variables hídricas que se presentan.

En relación a la estructura de este capítulo, para las variables meteorológicas, evapotranspiración, superficie cubierta por lagunas y caudales bombeados de salmuera y agua dulce-salobre, los datos y su descripción se presentan a nivel de cuenca, mientras que para niveles de lagunas, aforo de caudales superficiales, niveles freáticos, posición de la Interfase Salina y calidad química, los datos y su descripción se presentan agrupados en cuatro sectores (Sector La Punta - La Brava, Sector Peine, Sector Norte y Borde Este; y Sector Núcleo) facilitando la descripción e interpretación de los mismos en la siguiente sección de discusión de este documento.

De esta manera, en el capítulo de Discusiones se presenta el análisis integrado de la información, considerando más de una variable y los sistemas que son objeto de protección.

Los registros históricos para cada variable se reportan en cada uno de los Anexos respectivos y se indican en las secciones siguientes de este capítulo.

²⁶ Esta situación fue informada a la Autoridad en el *IX Informe de Activación Fase I*, particularmente en el Anexo Digital N° 9, presentado mediante carta del 29 de marzo de 2019.

5.1 Variables Meteorológicas

Los registros de las variables meteorológicas de precipitación (mm), presión atmosférica (mbar), temperatura atmosférica máximas y mínimas (°C), y evaporación en lámina libre (mm), se presentan en la Tabla 5-1, Tabla 5-2, Tabla 5-3, Tabla 5-4 y Tabla 5-5, respectivamente. Los registros provienen de la estación meteorológica “EM – Rockwood”, instalada en Planta Salar, y éstos se reportan como datos diarios. Para el caso, de los registros históricos a escala diaria y mensual de las estaciones de Albemarle, éstos se presentan en el Anexo A-1 y el Anexo A-2, respectivamente. Adicionalmente, los datos históricos a escala mensual de las estaciones DGA y terceros, se presentan en el Anexo A-3 y Anexo A-4, respectivamente.

Para contextualizar, es necesario mencionar que la estación “EM-Rockwood” reemplazó a la estación “EM-SCL” a partir de mayo de 2016, para cumplir con los parámetros de medición comprometidos en la RCA N° 21/2016. Esta nueva estación se ubica a una distancia de 750 m al noreste de donde se emplazaba la estación anterior. De esta manera, el registro histórico de variables meteorológicas de las estaciones de ALB considera la integración de los datos registrados por la EM-SCL desde enero de 2009 hasta abril de 2016 con los datos registrados por la EM-Rockwood desde mayo de 2016 hasta diciembre de 2019.

La información de las estaciones meteorológicas fue presentada en la Tabla 4-2 y en la Figura 4-6 del presente informe.

Tabla 5-1 Precipitación Diaria PP (mm) en Estación EM-Rockwood, año 2019

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
4	0,0	1,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
7	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
8	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	
9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
26	13,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
27	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
29	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
30	0,6	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
31	14,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	PP Total Anual
PP Total Mensual	27,8	18,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	48,2

Fuente: Datos estación Meteorológica "EM-Rockwood".

Tabla 5-2 Presión Atmosférica Diaria (mbar) en Estación EM-Rockwood, año 2019

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	770,6	773,4	773,8	772,9	774,6	775,6	776,5	775,5	773,8	772,6	774,5	775,1
2	771,0	773,3	774,6	773,3	773,8	777,0	774,2	774,7	773,4	772,5	772,2	774,1
3	770,7	773,3	773,7	774,6	773,8	777,8	773,4	776,7	773,8	774,7	772,1	772,4
4	771,6	773,3	773,6	774,7	774,1	777,8	774,7	776,7	775,2	775,2	772,5	773,2
5	773,3	773,3	774,2	775,2	775,1	776,4	775,6	776,3	775,5	774,9	772,7	774,7
6	774,0	773,2	774,6	776,2	774,9	775,7	776,6	776,2	774,6	775,2	773,5	775,0
7	774,0	773,2	773,9	775,5	775,8	774,8	777,8	776,1	774,3	774,4	771,5	773,9
8	774,4	773,2	772,4	774,8	774,2	775,8	777,9	775,4	775,6	774,2	771,7	773,6
9	773,9	773,2	772,3	774,5	773,5	775,9	777,6	775,7	775,4	773,1	772,3	773,2
10	772,3	773,2	773,2	773,3	772,5	776,1	776,5	776,0	773,6	771,5	772,7	773,0
11	774,0	773,2	773,6	773,3	773,2	776,3	775,4	776,1	774,4	771,3	773,1	772,4
12	774,1	773,2	772,8	774,3	776,2	776,5	775,3	776,7	774,4	771,2	772,6	771,6
13	773,6	773,1	772,6	775,2	777,5	776,6	774,9	775,6	774,5	772,3	773,9	772,3
14	772,9	773,1	773,6	775,5	777,1	775,7	775,1	776,2	775,0	775,0	773,4	773,1
15	773,1	773,1	773,7	775,6	776,7	775,0	775,1	776,5	775,3	775,5	773,0	773,6
16	773,3	773,1	773,8	775,2	776,8	774,1	776,0	776,6	775,7	775,5	772,2	771,5
17	773,2	773,2	773,9	774,0	775,5	776,1	776,9	775,9	774,8	774,7	772,5	770,9
18	772,8	773,3	773,9	773,6	774,4	777,1	777,1	775,9	773,2	773,4	772,2	771,5
19	773,1	773,3	773,8	774,3	774,2	776,8	775,6	776,1	774,0	774,5	772,9	772,9
20	772,8	773,4	773,7	774,8	774,9	776,9	774,1	775,7	775,2	775,4	773,7	772,5
21	772,4	773,5	774,1	775,1	774,7	778,3	774,2	776,3	775,7	774,3	773,5	772,0
22	771,9	773,5	774,1	774,5	774,0	777,7	773,4	776,4	775,4	773,8	773,0	772,0
23	772,5	773,6	774,6	774,1	775,2	776,0	772,7	775,3	775,6	774,2	772,4	772,2
24	772,5	773,7	774,2	774,9	776,1	773,9	772,4	775,1	775,3	774,0	771,2	771,6
25	772,7	773,7	774,0	775,1	774,5	773,4	775,1	775,8	774,8	773,4	771,7	771,3
26	772,5	773,8	772,6	775,7	774,2	774,7	778,4	776,0	774,5	773,4	772,4	771,7
27	771,8	773,9	774,2	775,6	773,4	773,5	776,7	774,5	774,5	773,1	772,7	773,4
28	771,6	773,9	775,9	774,5	775,4	773,9	776,6	775,0	773,3	773,1	773,1	772,2
29	773,1	-	774,3	773,8	775,3	775,2	777,8	774,4	773,5	772,1	773,3	772,3
30	773,4	-	773,6	773,8	776,0	776,1	776,4	774,5	773,4	771,9	772,8	773,1
31	773,4	-	774,1	-	776,1	-	775,2	774,8	-	772,3	-	772,4
Presión Atmosférica Media Mensual	772,8	773,4	773,8	774,6	775,0	775,9	775,7	775,8	774,6	773,6	772,7	772,7

Fuente: Datos estación Meteorológica "EM-Rockwood".

Tabla 5-3 Temperatura Máxima Diaria (°C) en Estación EM-Rockwood, año 2019

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	32,3	24,7	29,4	27,2	25,2	21,1	18,7	22,9	23,6	22,7	29,6	29,0
2	32,1	24,7	28,1	26,7	25,1	20,5	22,3	19,2	23,8	24,8	31,2	28,7
3	32,6	30,3	29,3	25,5	24,7	20,3	20,4	19,3	23,7	24,9	27,5	28,6
4	31,2	31,5	30,1	21,4	26,2	20,0	20,4	20,2	25,5	23,3	27,7	28,1
5	29,8	32,8	31,7	21,3	25,5	21,2	20,1	20,7	24,8	21,7	28,7	28,0
6	29,0	30,7	31,0	23,8	27,4	23,9	20,3	22,1	22,9	22,5	28,6	28,5
7	28,3	30,5	30,0	27,0	24,8	20,6	22,3	23,1	23,5	26,0	31,4	27,5
8	29,0	27,2	30,0	29,1	26,7	20,7	22,2	21,6	15,9	28,3	30,6	26,7
9	27,3	22,4	30,3	28,6	23,6	21,2	23,0	20,6	21,2	30,1	31,1	28,0
10	27,7	27,9	30,3	27,9	22,5	20,5	23,4	20,9	22,6	30,8	30,5	29,2
11	26,5	30,2	29,1	26,5	20,1	22,3	22,6	21,0	21,2	31,1	27,2	30,1
12	26,9	30,6	28,6	24,8	20,6	21,0	21,9	21,8	24,4	29,4	28,8	31,6
13	28,4	32,7	27,6	23,7	21,8	21,6	21,2	22,8	25,8	26,8	28,1	31,2
14	30,0	32,0	27,5	25,2	22,9	19,8	21,2	24,8	26,8	26,1	30,1	30,0
15	30,6	31,8	27,3	26,4	23,5	17,4	20,5	25,3	26,8	26,9	30,8	28,9
16	31,2	30,9	26,9	26,9	23,7	19,6	21,2	24,6	27,0	27,2	29,4	29,6
17	31,3	30,3	27,7	28,6	22,5	22,1	20,4	24,4	26,6	26,8	28,9	29,9
18	31,0	29,8	29,1	28,0	21,6	21,7	22,3	23,7	25,3	28,0	31,5	29,6
19	32,1	30,2	28,7	28,1	23,2	20,3	21,0	23,3	24,3	26,9	30,9	30,6
20	32,8	29,3	28,7	27,5	20,4	22,1	22,8	24,2	25,3	25,1	32,1	30,7
21	33,0	31,2	28,9	26,0	21,0	22,6	21,5	26,1	26,4	27,8	30,8	30,4
22	34,4	33,8	28,7	25,2	20,7	22,4	20,3	25,5	30,5	27,1	32,5	31,8
23	34,7	32,9	29,1	25,2	19,2	22,4	17,8	26,4	30,1	27,5	33,3	32,1
24	36,7	30,7	28,6	24,6	20,6	23,3	15,6	25,6	31,0	28,0	30,9	32,1
25	35,0	28,3	28,1	25,5	21,5	16,9	13,9	23,6	28,0	30,4	29,8	31,5
26	34,8	27,7	28,2	23,2	20,3	18,0	17,6	24,0	29,8	29,9	28,3	33,2
27	33,5	28,3	28,8	24,5	19,4	20,0	19,5	26,9	29,6	31,2	30,1	30,9
28	31,8	29,6	28,1	25,8	21,7	20,9	20,1	28,0	30,7	31,8	30,7	32,5
29	28,1	-	30,5	26,5	22,8	21,1	20,0	27,6	28,8	31,5	29,0	31,8
30	24,5	-	29,6	24,7	21,6	19,7	20,1	26,2	26,9	30,0	29,3	30,8
31	23,4	-	29,4	-	21,1	-	23,1	23,9	-	31,6	-	31,7
T° Máx Mensual	36,7	33,8	31,7	29,1	27,4	23,9	23,4	28,0	31,0	31,8	33,3	33,2

Fuente: Datos estación Meteorológica "EM-Rockwood".

Tabla 5-4 Temperatura Mínima Diaria (°C) en Estación EM-Rockwood, año 2019

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	14,9	14,6	13,5	13,2	6,5	2,7	10,9	0,2	4,2	9,1	10,7	10,1
2	18,0	14,5	13,0	13,2	8,4	3,9	10,3	0,7	2,2	8,4	12,1	9,8
3	17,8	15,6	12,9	12,6	6,5	0,0	6,2	-1,1	3,8	8,1	12,6	10,1
4	15,9	15,5	12,5	11,7	6,6	1,1	4,8	-1,9	5,3	7,0	11,6	9,4
5	14,6	14,2	12,9	9,6	7,1	1,4	2,8	-2,1	5,1	7,0	10,7	11,3
6	13,2	16,1	13,6	7,9	6,2	1,7	0,5	-1,7	7,8	4,1	10,4	11,2
7	12,5	14,5	12,5	7,2	9,5	0,7	1,5	-0,6	7,6	5,3	11,4	9,5
8	11,4	14,0	12,6	9,0	12,6	1,0	2,3	1,1	5,4	6,8	11,3	8,0
9	11,9	14,2	12,4	9,0	13,4	0,6	3,9	4,9	1,8	8,2	11,6	9,3
10	11,0	14,7	12,7	8,7	10,5	2,5	4,6	2,1	4,5	9,2	11,8	10,5
11	12,6	14,6	12,3	8,4	6,4	4,6	3,9	0,0	4,4	7,4	12,6	11,6
12	11,7	15,4	10,4	7,5	3,3	3,9	3,9	0,3	3,8	9,1	14,7	11,0
13	12,1	17,3	10,6	5,5	2,2	3,7	4,2	2,5	5,5	9,4	11,5	12,0
14	12,1	13,7	10,5	5,3	4,6	3,0	2,6	1,5	10,8	11,4	11,1	12,3
15	12,3	13,2	10,9	7,0	5,0	10,7	2,0	3,7	8,2	8,2	11,1	11,5
16	14,0	13,7	11,3	7,5	4,1	3,4	1,1	4,2	8,7	8,1	11,6	11,1
17	14,2	13,3	11,1	10,8	3,9	6,4	2,0	3,4	9,4	7,3	11,8	10,9
18	13,3	13,5	11,2	8,4	5,1	3,7	2,6	3,2	4,6	7,4	11,8	11,0
19	13,2	13,5	10,3	6,8	4,0	1,8	2,4	2,2	3,7	9,3	13,4	11,3
20	14,1	13,5	10,2	7,8	5,6	1,7	1,3	4,4	3,6	10,3	13,6	12,6
21	15,2	13,7	9,8	6,7	2,4	2,5	3,2	2,7	5,9	7,8	12,4	12,2
22	15,3	15,5	10,8	6,8	1,9	2,8	2,9	3,0	7,1	8,1	12,6	12,7
23	15,0	15,5	10,5	6,7	0,8	4,2	2,9	4,3	8,4	7,1	12,5	13,0
24	16,4	14,2	10,8	8,0	1,2	1,3	3,0	4,3	10,6	8,5	12,6	13,5
25	18,9	14,0	10,7	7,6	2,1	3,3	-2,2	4,5	9,7	6,9	12,4	13,9
26	18,5	13,0	10,6	6,8	6,1	0,9	-2,2	4,7	7,5	8,3	10,1	12,8
27	18,3	13,7	10,8	6,6	10,3	1,6	-2,4	3,6	9,2	8,6	10,1	13,9
28	17,2	12,7	10,4	5,7	5,4	1,6	-0,9	4,4	8,5	9,9	10,7	17,3
29	18,3	-	11,5	6,4	5,1	7,6	-1,5	5,3	8,6	8,4	10,5	15,5
30	15,5	-	12,7	7,2	4,3	2,9	-0,7	4,5	9,2	10,4	10,4	13,9
31	14,4	-	12,2	-	3,7	-	1,0	3,1	-	14,4	-	11,8
T° Mín Mensual	11,0	12,7	9,8	5,3	0,8	0,0	-2,4	-2,1	1,8	4,1	10,1	8,0

Fuente: Datos estación Meteorológica "EM-Rockwood".

Tabla 5-5 Evaporación Diaria (mm), en Estación EM-Rockwood, año 2019

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	16,2	1,6	13,3	13,7	7,4	6,4	*	8,2	8,0	11,4	14,2	15,0
2	15,7	6,7	12,7	11,5	8,6	5,2	10,2	7,6	*	11,7	15,2	*
3	18,4	7,3	12,2	9,9	6,7	*	6,4	4,9	10,6	12,5	12,7	16,6
4	16,0	*	*	9,0	8,0	4,4	5,0	4,2	12,1	12,4	*	14,7
5	14,4	12,8	15,8	8,3	6,0	5,0	4,7	*	10,4	11,9	16,3	14,0
6	14,7	13,5	15,0	7,3	0,0	5,5	4,8	6,0	9,7	9,9	14,7	16,0
7	*	9,7	13,7	8,7	9,0	5,2	4,4	6,4	11,9	*	14,6	15,0
8	16,8	0,1	13,7	*	*	4,9	*	9,1	2,2	13,1	14,8	12,6
9	14,8	4,4	13,5	12,1	10,1	4,7	5,9	10,2	*	13,7	15,2	*
10	14,7	9,9	13,2	10,7	10,5	*	6,3	5,8	12,8	14,7	14,8	16,6
11	14,6	*	*	10,1	10,0	6,8	7,7	6,8	11,6	14,0	*	16,6
12	13,8	15,7	14,4	9,8	4,8	6,0	6,8	*	8,9	13,3	17,1	15,5
13	13,9	19,2	14,6	7,1	*	5,5	6,3	6,0	11,7	13,1	15,2	15,2
14	*	15,6	12,2	8,6	8,0	5,6	5,9	6,7	10,9	*	14,1	15,2
15	18,0	15,2	10,8	*	8,3	6,2	*	8,9	11,1	14,9	15,5	14,7
16	16,8	14,4	11,1	9,0	6,3	4,7	5,4	9,5	*	15,0	15,3	*
17	14,8	13,9	11,4	11,5	6,4	*	6,3	7,9	15,5	11,5	14,0	16,2
18	15,2	*	*	10,3	5,5	5,8	5,3	7,7	11,8	12,3	*	16,0
19	15,3	14,6	13,6	9,3	7,7	5,1	5,4	*	10,6	13,0	17,0	15,5
20	15,7	12,6	13,0	9,9	*	5,1	5,2	8,4	8,5	12,0	16,0	15,7
21	*	13,4	12,0	8,6	7,7	4,7	7,1	7,3	9,9	*	15,9	15,0
22	18,6	13,0	12,1	*	9,1	4,9	*	7,2	12,7	16,6	17,1	15,9
23	16,6	13,1	11,6	10,2	5,8	4,6	9,6	8,3	*	12,6	16,3	*
24	18,9	12,7	12,0	9,2	5,1	*	9,3	9,5	15,1	13,5	15,0	19,0
25	*	*	*	9,4	8,0	7,2	3,6	8,5	13,1	13,6	*	16,9
26	17,5	15,1	12,7	8,5	7,5	4,3	3,9	*	11,5	14,0	15,1	17,2
27	17,7	13,0	13,9	6,7	*	6,6	4,4	7,8	11,5	14,0	14,7	15,2
28	*	12,9	10,3	7,3	7,0	7,3	5,9	11,1	14,1	*	16,0	15,3
29	14,5	-	11,9	*	8,7	7,5	*	10,3	12,6	14,5	15,8	16,7
30	5,9	-	13,2	9,9	7,6	5,1	5,2	10,1	*	12,2	13,9	*
31	9,4	-	*	-	6,8	-	5,6	9,0	-	16,6	-	18,1
EVT Total Mensual	398,6	280,5	333,8	246,4	196,8	144,4	156,9	213,2	278,6	357,8	396,2	410,2

*Sin registro de evaporación diaria por limpieza de batea
 Fuente: Datos estación Meteorológica en "EM-Rockwood".

Cabe indicar que, en la Tabla 5-5, hay días en los que no se registraron valores de evaporación diaria, ya que corresponden a los días en que se realiza limpieza de bateas.

A continuación, se realiza la descripción de los resultados del registro de variables meteorológicas de las estaciones de propiedad de ALB.

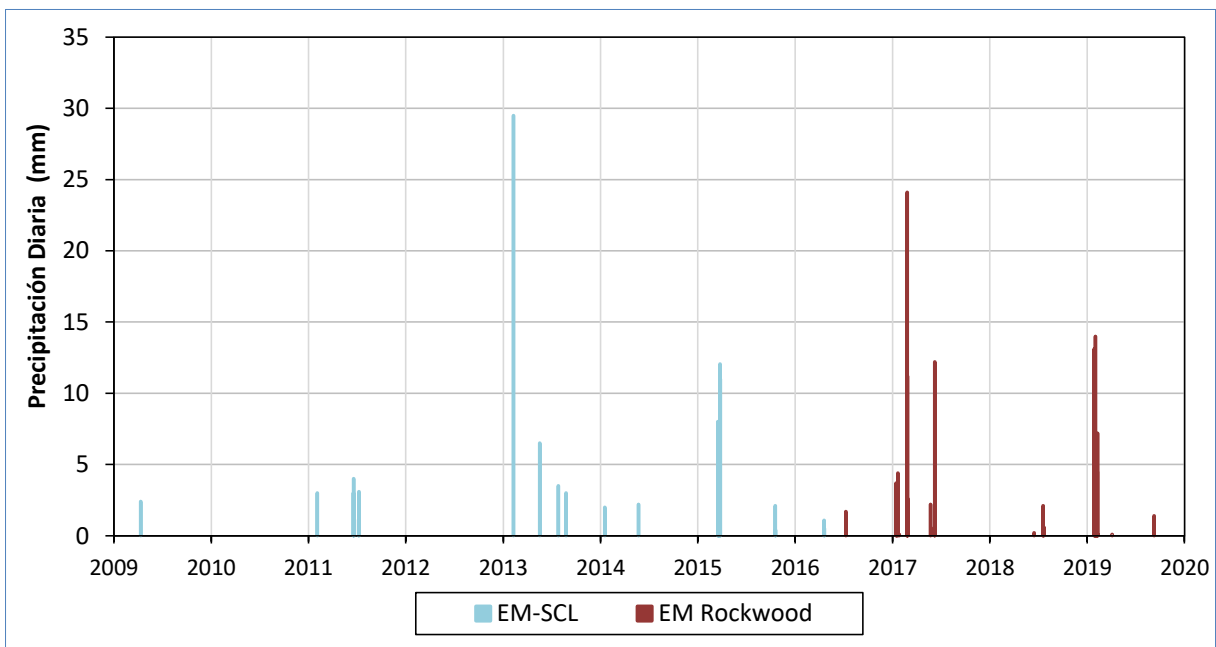
Precipitación

En primer lugar, se debe indicar que el registro de precipitación anual parte en 1997, el registro de precipitación mensual parte en enero de 2002, mientras que el registro de precipitación diaria lo hace en enero de 2009.

En la Figura 5-1 se presentan los registros de precipitación diaria histórica desde enero de 2009, donde se observa que, comparando con años anteriores, el año 2019 fue lluvioso, presentando registros máximos diarios de hasta 14 mm el 31 de enero y de 13,1 mm el 26 de enero.

Se observa que en 2019, ocurrieron eventos mayores de precipitación diaria entre el 26 de enero y 9 de febrero, lo cual se explica con el fenómeno climático conocido como “invierno altiplánico” (andino o boliviano), el cual se presenta entre los meses de enero y marzo, y que se debe a que las masas de aire caliente que provienen de la región del Amazonas traspasan a la Cordillera de los Andes, lo que puede originar intensas lluvias en el norte de Chile.

Figura 5-1 Precipitación Diaria Histórica, 2009-2019



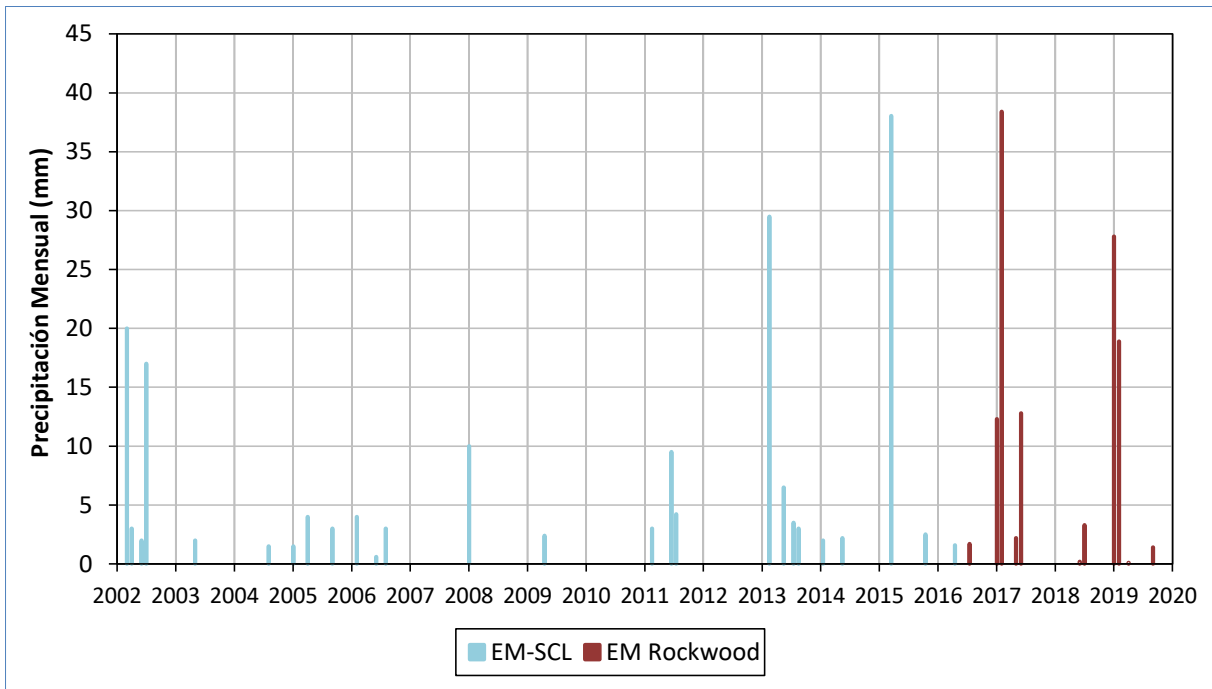
Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta Albemarle “EM-SCL” y “EM-Rockwood”

En la Figura 5-2 se presentan los registros de precipitación mensual histórica desde el año 2002, donde se ratifica que los meses más lluviosos ocurren durante la temporada de verano (invierno andino), particularmente entre enero y marzo. Además, se puede observar que desde enero de 2013 se han concentrado varios registros con elevada precipitación mensual

(2013, 2015 y 2017) durante este periodo del año, fenómeno que también ocurre en el año 2019.

Para el año 2019, se puede indicar que los meses en que se registraron precipitaciones, en orden decreciente, son: enero (27,8 mm), febrero (18,9 mm), septiembre (1,4 mm) y abril (0,1 mm). El resto de los meses del año no se registraron precipitaciones.

Figura 5-2 Precipitación Mensual Histórica, 2002-2019

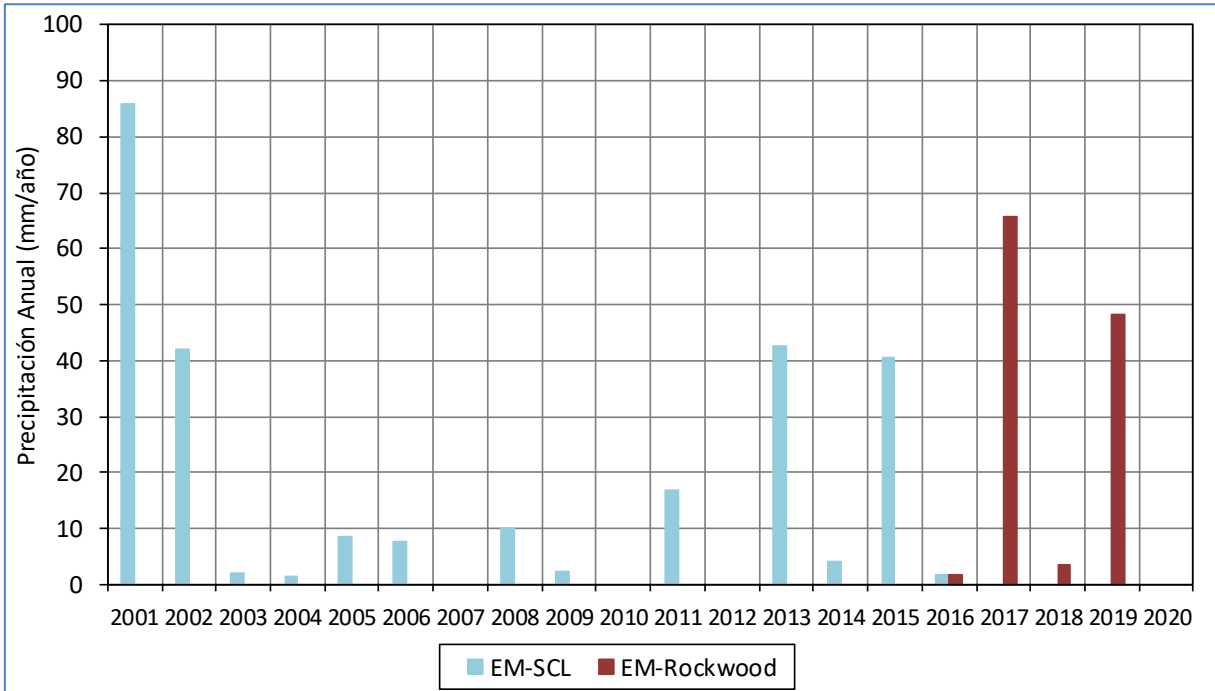


Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta Albemarle "EM-SCL" y "EM-Rockwood".

En la Figura 5-3 se presentan los registros de precipitación anual, donde se observa que el año 2019 registró una precipitación anual de 48,2 mm, valor considerablemente mayor al registrado en el año 2018, donde se alcanzó una precipitación muy baja de sólo 3,5 mm.

El año 2019, se tiene una (48,2 mm), siendo el tercer año más lluvioso después de 2001 (85,9 mm) y 2017 (65,7 mm).

Figura 5-3 Precipitación Histórica Anual, 2001-2019



Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta Albemarle “EM-SCL” y “EM-Rockwood”.

La Tabla 5-6 presenta un resumen anual y mensual de las precipitaciones medias durante los periodos de registro pluviométrico de las estaciones meteorológicas que se encuentran en el Salar, ya sean propias, de terceros o pertenecientes a la Dirección General de Aguas (DGA), para sus respectivos períodos de información.

Tabla 5-6 Estaciones meteorológicas y Precipitaciones Medias (mm)

Estación	Propietario	Período Registro Pluviométrico ⁴	PP media Mensual (mm)												PP anual
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
EM-SCL/Rockwood	Albemarle	2002-2019	2,6	4,8	7,3	0,5	0,7	1,3	1,3	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	18,4
Camar	DGA	1979-2019	9,9	17,0	7,8	0,5	1,2	3,2	0,6	0,8	0,5	0,1	0,2	0,6	42,3
El Tatio ¹	DGA	1978-2018	42,8	47,7	27,9	1,0	3,2	3,3	1,1	1,6	1,5	0,4	0,6	6,4	131,8
Peine	DGA	1974-2019	2,2	7,2	5,9	0,5	1,4	1,5	0,4	0,6	0,4	0,1	0,0	0,2	19,5
Río Grande	DGA	1977-2019	21,6	32,2	13,5	0,8	1,1	3,4	0,8	1,1	0,6	0,1	0,2	1,7	76,4
San Pedro de Atacama ²	DGA	1970-2017	6,0	18,1	4,5	0,0	0,9	1,9	0,2	0,3	0,7	0,4	0,5	0,1	31,1
Socaire	DGA	1974-2017	10,6	13,8	8,0	1,2	2,4	2,5	0,9	0,8	0,8	0,2	0,3	0,7	39,3
Talabre	DGA	1995-2019	17,5	28,5	18,2	1,9	3,3	1,9	3,0	3,0	0,5	0,0	0,0	0,3	74,1
EM-Chaxa	SQM	1990-2018	4,8	6,3	1,8	1,5	0,4	0,8	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	16,6
EM-Salar/KCL ³	SQM	2000-2018	1,5	1,5	2,0	0,5	0,2	1,4	0,5	0,1	0,0	0,1	0,4	0,4	8,4
Tilopozo	MEL	2016-2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4

(1) Estación El Tatio no realiza mediciones el año 2006.

(2) Estación San Pedro de Atacama no cuenta con información desde Abril 1989 hasta enero 2011.

(3) Estación EM KCL reemplaza a estación EM-Salar desde enero 2015

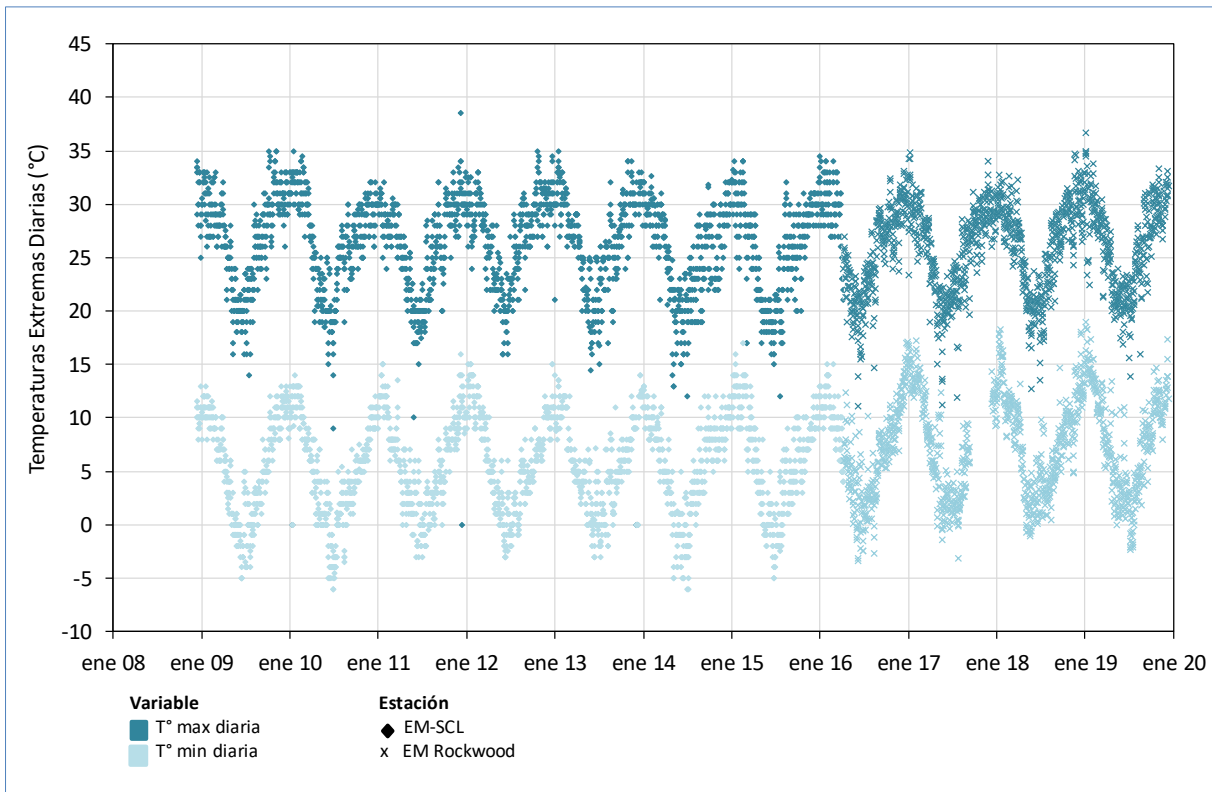
(4) El detalle de las estaciones con registro incompleto al 2019 se presenta en el Anexo A-3.

Fuente: Elaboración propia.

Temperatura

En la Figura 5-4 se presenta el registro histórico de temperaturas extremas diarias, donde se observa una variación estacional en que las temperaturas máximas se registran en los meses de noviembre a marzo, coincidiendo con la estación de verano, y las temperaturas mínimas se registran en invierno, entre los meses de junio y agosto. En el año 2019, las temperaturas máximas llegan a valores cercanos a 36°C, mientras que las temperaturas mínimas llegan, en algunos casos, a valores próximos a -2°C. La diferencia promedio entre las temperaturas mínimas y máximas se observa constante a lo largo de la serie histórica de temperatura, teniendo un valor de aproximadamente 18°C.

Figura 5-4 Temperaturas Extremas Diarias, 2009 – 2019



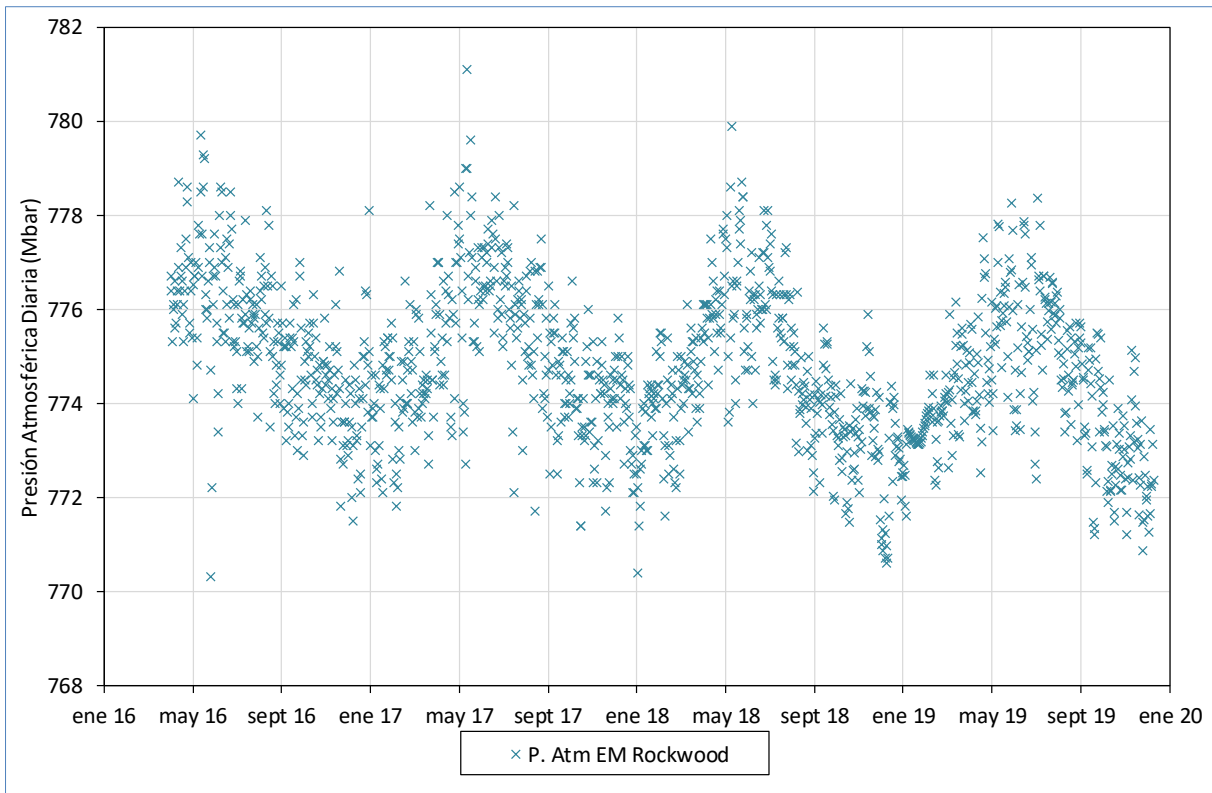
Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta Albemarle “EM-SCL” y “EM-Rockwood”.

Presión atmosférica

En la Figura 5-5 se observa el registro histórico de presión atmosférica diaria, variable que comenzó a ser medida en mayo de 2016, cuando se instaló la estación EM-Rockwood. Si bien, el registro disponible es corto, se puede observar que para este lapso esta variable también presenta un comportamiento estacional, registrando los valores máximos entre junio y agosto y los valores mínimos entre noviembre a marzo.

Se destaca que, durante el 2019, la presión atmosférica máxima registrada fue de 778,4 mbar el 26 de julio y la mínima registrada fue de 770,6 mbar el 01 de enero.

Figura 5-5 Presión Atmosférica Diaria, 2016 - 2019



Fuente: Datos estación Meteorológica "EM-Rockwood".

Evaporación diaria

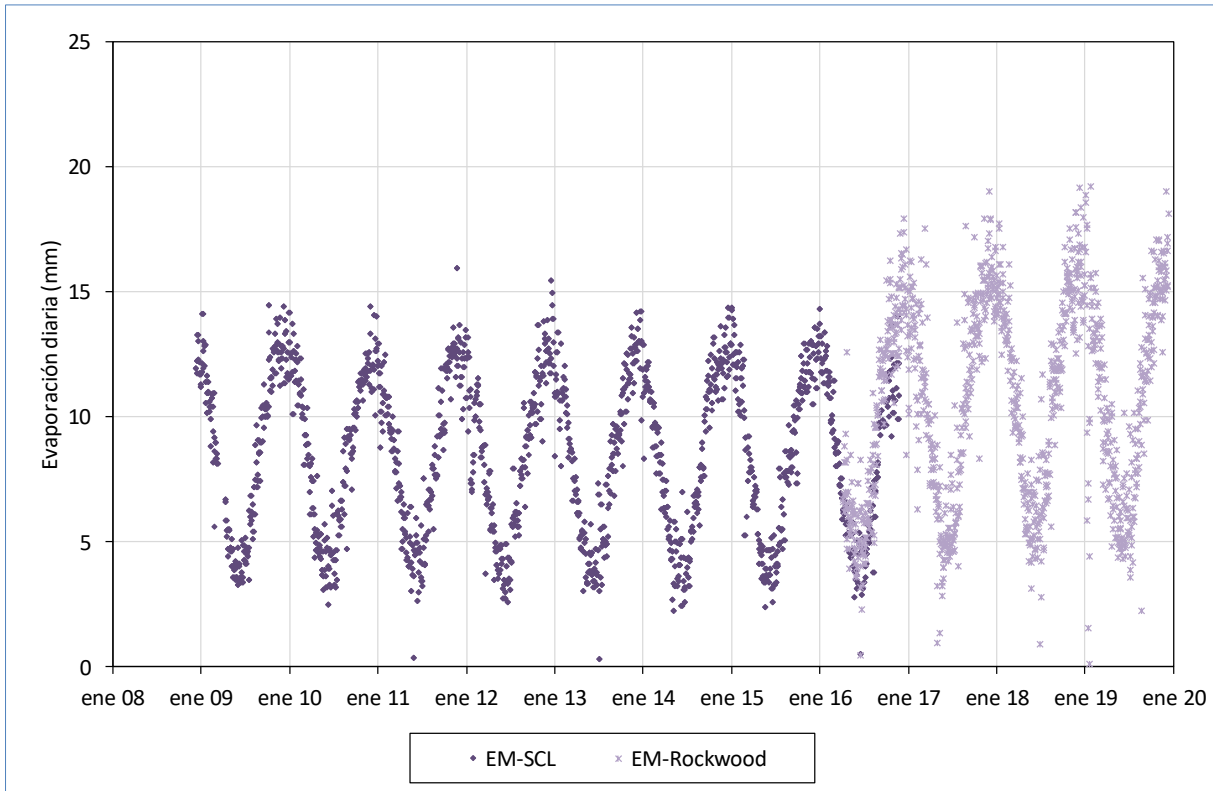
En la Figura 5-6 se muestra el registro de evaporación de agua diaria, en la cual se aprecia también una variación estacional, donde las mayores tasas de evaporación se midieron en los meses de noviembre y diciembre (primavera - verano) y los valores mínimo en los meses de junio y julio (invierno).

En el año 2019, se observa que los valores de evaporación diaria son estables en relación con el año 2018. Las tendencias en las tasas de evaporación se mantienen al comparar la EM-SCL y EM-Rockwood, pero se detecta que los máximos que ocurren en el verano difieren en su amplitud entre las estaciones mencionadas. Lo anterior, podría ser atribuible a la estandarización de la instalación y condiciones del tanque de evaporación que se realizó con el cambio de estación meteorológica²⁷.

Teniendo como referencia lo anterior, en la Figura 5-6 se aprecia, que tanto el 2019 como el 2018, presentan valores máximos de evaporación diaria mayores en comparación con los registros de años anteriores, específicamente en los meses de enero y diciembre, donde las tasas alcanzaron alrededor de los 19 mm/d. También es relevante destacar que, en los meses de invierno del 2019 hubo una menor tasa de evaporación diaria con respecto a los registros de años anteriores, a excepción del dato registrado en junio del 2013 (0,3 mm/d), siendo el mínimo de 2,2 mm/d, el 08 de septiembre del 2019. Cabe destacar que, la EV diaria mínima durante el transcurso del año 2019 ocurrió el 08 de febrero, siendo igual a 0,11 mm/d, lo que se considera un datos fuera de tendencia. Durante el periodo comprendido entre el 25 de enero y el 10 de febrero, se observan registros fuera de tendencia, los cuales son atribuidos a las condiciones climáticas producto del evento de precipitaciones registrado en dicho periodo. Por lo anterior, se considera que el valor mínimo adecuado que caracteriza la serie de registros para 2019 es 3,6 mm/d, correspondiente al 25 de julio.

²⁷ EM-SCL incluía una bandeja para evaporación que no cumplía con condiciones estándar para medición de evaporación, en relación a su radio y exposición a las condiciones ambientales.

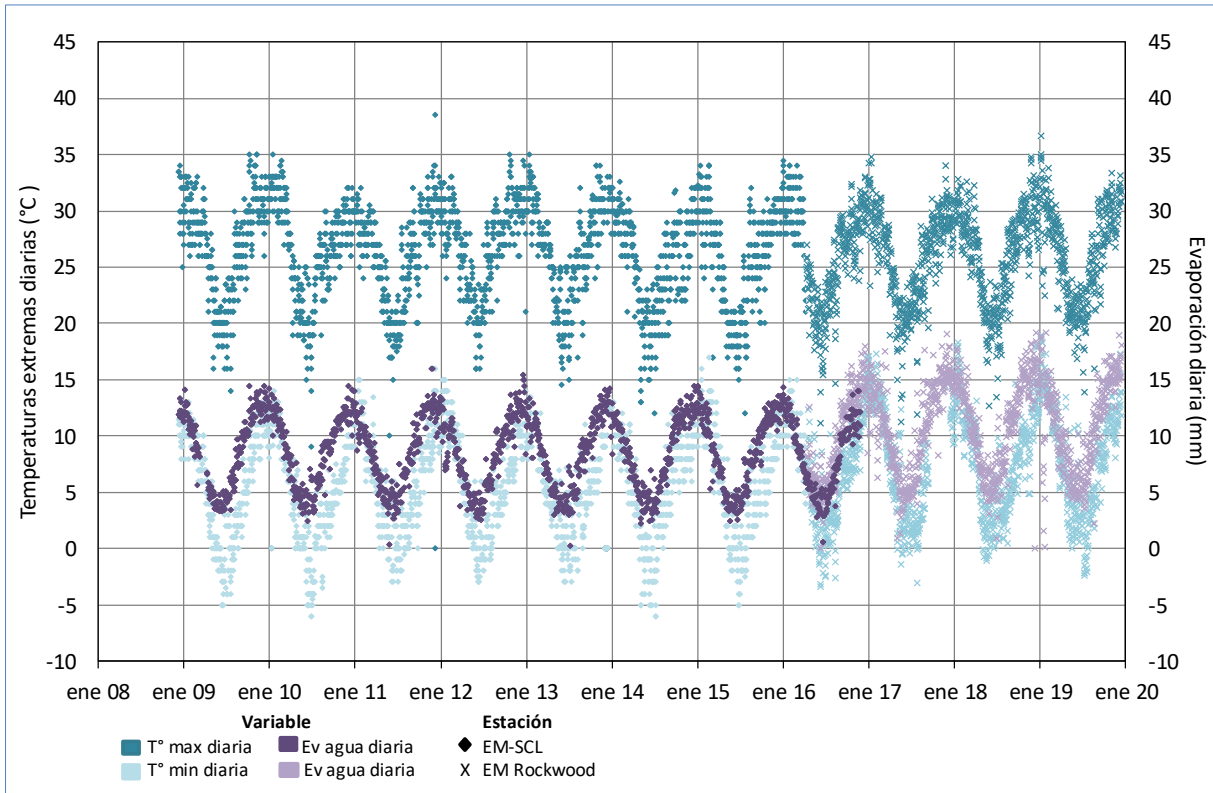
Figura 5-6 Evaporación Diaria, 2009-2019



Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta Albemarle "EM-SCL" y "EM-Rockwood".

Por último, en la Figura 5-7 se presenta el registro histórico de la tasa de evaporación diaria versus temperatura máxima y mínima de las estaciones EM-SCL y EM-Rockwood. Se observa claramente la correlación entre la evolución de ambas variables, presentando el mismo comportamiento estacional.

Figura 5-7 Temperaturas Extremas v/s Evaporación, 2009 – 2019



Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta Albemarle "EM-SCL" y "EM-Rockwood".

5.2 Evapotranspiración

En la Tabla 5-7 se presentan los resultados de la medición de la tasa EVT realizadas en las campañas del año 2019, la información sobre la ubicación de cada punto de monitoreo fue presentada en la Tabla 4-3 y Figura 4-7 del presente informe. Como se describió en el Capítulo 4 y tal como fue comprometido en el Anexo 3 de la Adenda 5, mientras no entren en funcionamiento²⁸ los lisímetros instalados, estas mediciones deben realizarse con frecuencia trimestral mediante la metodología del Domo.

Se debe indicar que forman parte de la red de lisímetros instalados los puntos LS-04 y LS-11, los cuales no se han medido nunca con domo ya que, aun habiendo en 2019 un lisímetro instalado en cada punto, estos no tiene un punto equivalente de medición con domo (EVT-XX).

Tabla 5-7 Resultados de Evapotranspiración (mm/d) – Año 2019

Punto de Monitoreo	Equivalencia futura Red de Monitoreo Lisímetros*	Sector	Tasa Promedio EVT [mm/d]			
			1er trimestre	2º trimestre	3er trimestre	4º trimestre
			Marzo 2019	Junio 2019	Agosto 2019	Diciembre 2019
EVT-1	-	Norte y Borde Este	0,431	0,050	0,065	0,422
EVT-2	-	Norte y Borde Este	0,416	0,119	0,101	0,406
EVT-3	LS-01	Norte y Borde Este	0,700	0,319	0,105	0,409
EVT-4	LS-02	Norte y Borde Este	2,604	0,084	0,291	2,837
EVT-5	-	Norte y Borde Este	3,760	1,797	1,736	2,950
EVT-6	LS-03	Norte y Borde Este	s/i	s/i	0,326	0,522
EVT-7	-	Norte y Borde Este	s/i	s/i	0,247	0,767
EVT-8	-	Norte y Borde Este	s/i	s/i	0,159	0,415
EVT-9	LS-05	Núcleo	0,145	0,070	0,096	0,064
EVT-10	LS-06	Núcleo	0,185	0,131	0,103	0,095
EVT-11	-	Norte y Borde Este	0,458	0,242	0,120	0,245
EVT-12	-	Norte y Borde Este	0,459	0,520	0,853	0,516
EVT-13	-	Núcleo	0,248	0,019	0,003	0,069
EVT-15	-	Peine	0,221	s/i	0,021	0,125
EVT-16	-	Peine	0,556	s/i	0,076	0,435
EVT-17	LS-07	Peine	0,448	0,060	0,046	0,157
EVT-18	-	Peine	2,419	1,832	1,784	4,653
EVT-19	-	La Punta-La Brava	3,745	2,354	1,854	3,842
EVT-20	LS-10	La Punta-La Brava	0,820	0,593	0,707	0,623
EVT-21	-	La Punta-La Brava	0,572	0,572	0,395	0,459
EVT-22	LS-09	La Punta-La Brava	1,038	0,764	0,170	0,639
EVT-23	LS-08	Peine	0,892	0,445	0,478	0,408

s/i : Sin Información.

Fuente: Elaboración propia.

²⁸ Las actividades de puesta en marcha de los lisímetros aun se encuentra en período de marcha blanca.

De los datos que se reportan, existen puntos donde no hay información, indicados como “s/i”, por las razones que se exponen a continuación:

- En la campaña de marzo, los puntos EVT-06, EVT-07 y EVT-08, correspondientes a la zona de Chaxa y para los cuales se contaba con permisos de CONAF, no pudieron ser monitoreados (ninguno de los 2 días estipulados), puesto que la Comunidad Atacameña de Toconao no autorizó el ingreso del equipo de terreno. Lo anterior, dando cumplimiento al protocolo de acceso a las comunidades, el cual fue presentado en la Adenda 5, Anexo 3, Apéndice B. Protocolo Ingreso Áreas Sensibles.
- Para la campaña de junio, los puntos EVT-06, EVT-07 y EVT-08 no pudieron ser monitoreados ninguno de los 2 días estipulados, al igual que los puntos EVT-15 y EVT-16, ya que no se contaba con los permisos de la Comunidad Atacameña de Toconao y la Comunidad Atacameña de Peine, respectivamente.

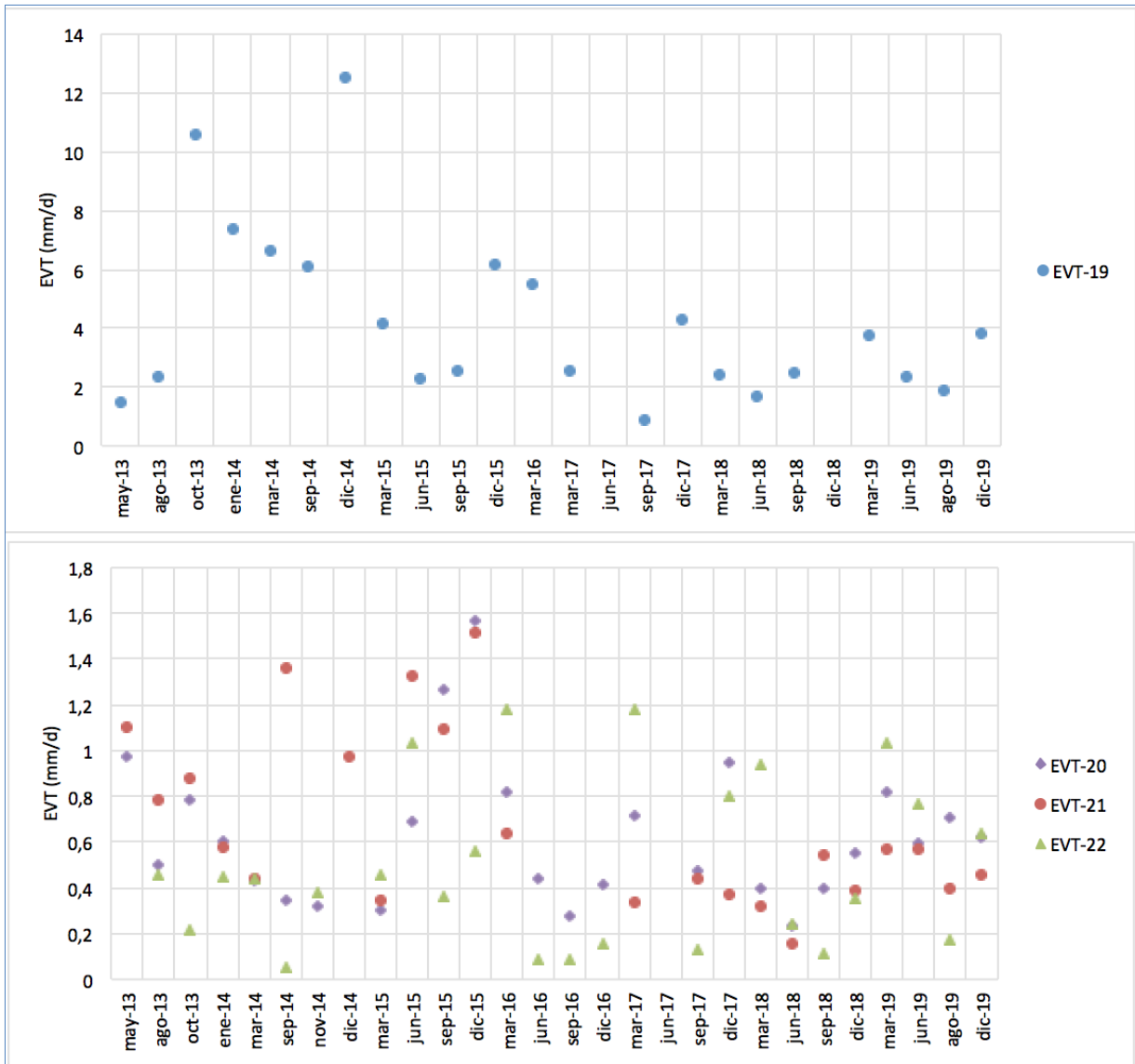
Respecto de los puntos anteriores, es importante señalar que, durante el primer semestre de 2019, la Comunidad Atacameña de Toconao y CONAF se encontraban trabajando en el nuevo protocolo de acceso al sector, el cual fue aprobado por RES N° 56/2019, del 14 de junio de 2019, de la Dirección Regional Antofagasta de CONAF, y se incluyen en el Anexo M de este informe. A partir de julio se tuvo acceso para el desarrollo del monitoreo, bajo el nuevo protocolo.

A continuación, se presenta la evolución histórica de los valores de evapotranspiración medidos para cada uno de los puntos comprometidos en el PSAH, separados según el sector de estudio.

Sector La Punta-La Brava

En la Figura 5-8 se presenta la evolución histórica (2013 - 2019) que ha tenido las mediciones de EVT (Tasa de EVT en mm/d) para los puntos del sector La Punta-La Brava.

Figura 5-8 Variación Temporal de la Evapotranspiración en Puntos de Medición, Sector La Punta – La Brava



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico anterior muestra que los resultados de la tasa de EVT registrados durante 2019 para las estaciones de este sector, en general, se mueven en los mismos rangos de los últimos 3 años, con variaciones estacionales.

Las estaciones EVT-20, EVT-21 y EVT-22 mantienen sus valores dentro del rango histórico, con valores máximos en marzo, de 0,820 mm/d, 0,572 mm/d y 1,038 mm/d respectivamente. Los valores mínimos, en general, se presentaron para el mes de agosto.

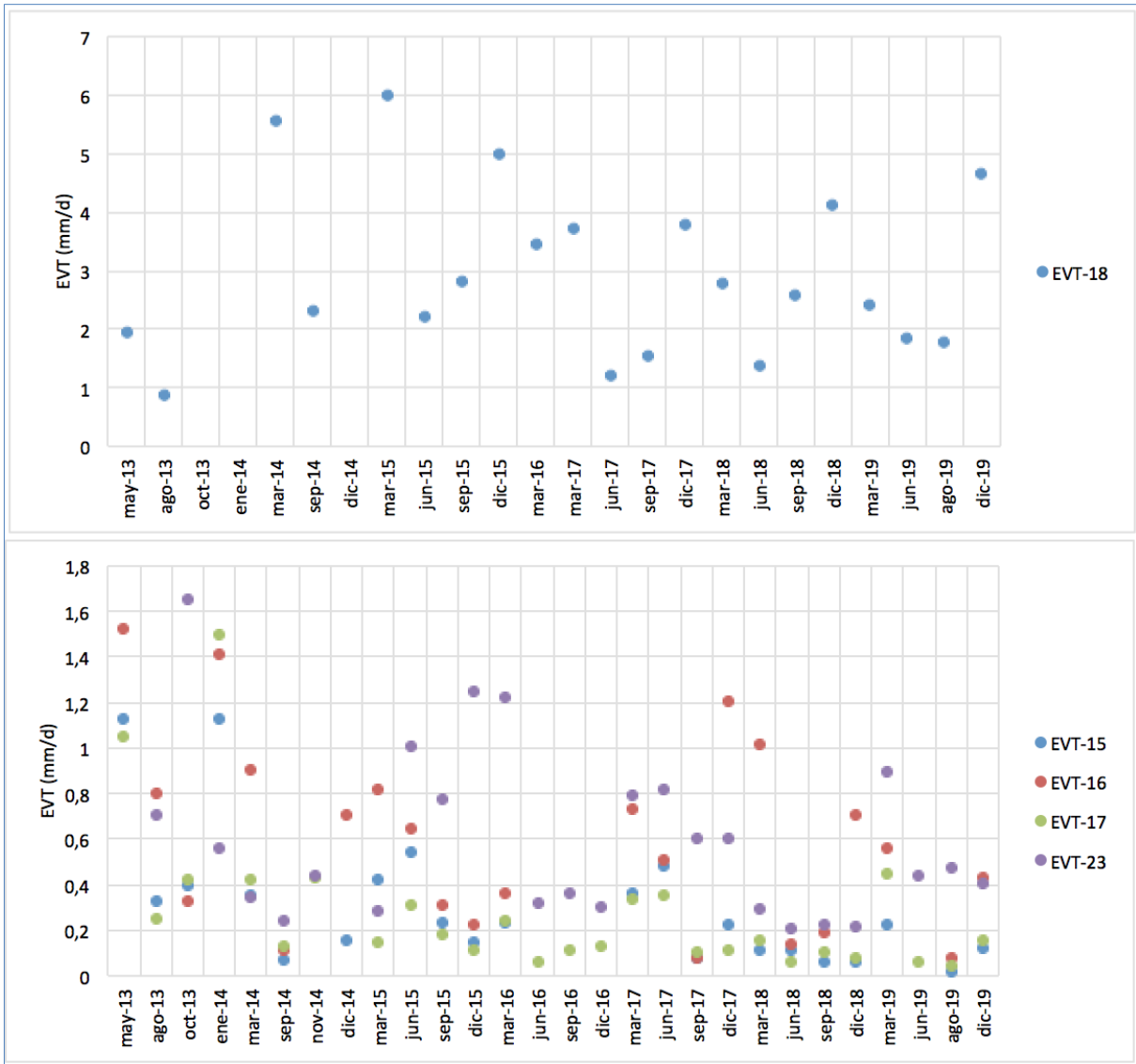
La estación EVT-19, más cercana al Núcleo y que corresponde a un punto medido en laguna, presenta de manera consistente mayores valores de evaporación, en comparación a las restantes estaciones del mismo sector. Se observa para 2019 valores muy similares a 2018, que han sido bajos en comparación con sus registros desde el año 2013. El valor mínimo también se presentó en el mes de agosto, con una tasa de EVT de 1,854 mm/d, y el máximo en el mes de diciembre, con una tasa de EVT de 3,842 mm/d.

En general, el año 2019 se observan valores bajos si éstos se comparan con los años anteriores a 2017. Las estaciones de este sector presentan un comportamiento estacional con ciertas diferencias interanuales: los máximos registrados en cada año ocurren principalmente en verano, en los meses de diciembre y/o marzo.

Sector de Peine

En la Figura 5-9 se presenta la evolución histórica (2013 – 2019) que han tenido las mediciones de EVT (tasa de evapotranspiración en mm/d) para los puntos del sector Peine. El punto EVT-18 corresponde a un punto en el espejo de agua de la Laguna Interna.

Figura 5-9 Variación Temporal de la Evapotranspiración en Puntos de Medición, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica anterior se puede observar que la EVT registrada en 2019, particularmente en agosto, presenta los valores mínimos históricos, considerando todo el registro, para los puntos EVT-15, EVT-16 y EVT-17. Para el resto de los meses, la EVT se encuentran dentro de los rangos de variabilidad histórica. El rango de variación promedio en 2019 corresponde a una tasa promedio mínima de EVT de 0,021 mm/d (EVT-15, en agosto 2019) y una tasa promedio máxima de 0,892 mm/d (EVT-23, en marzo 2019).

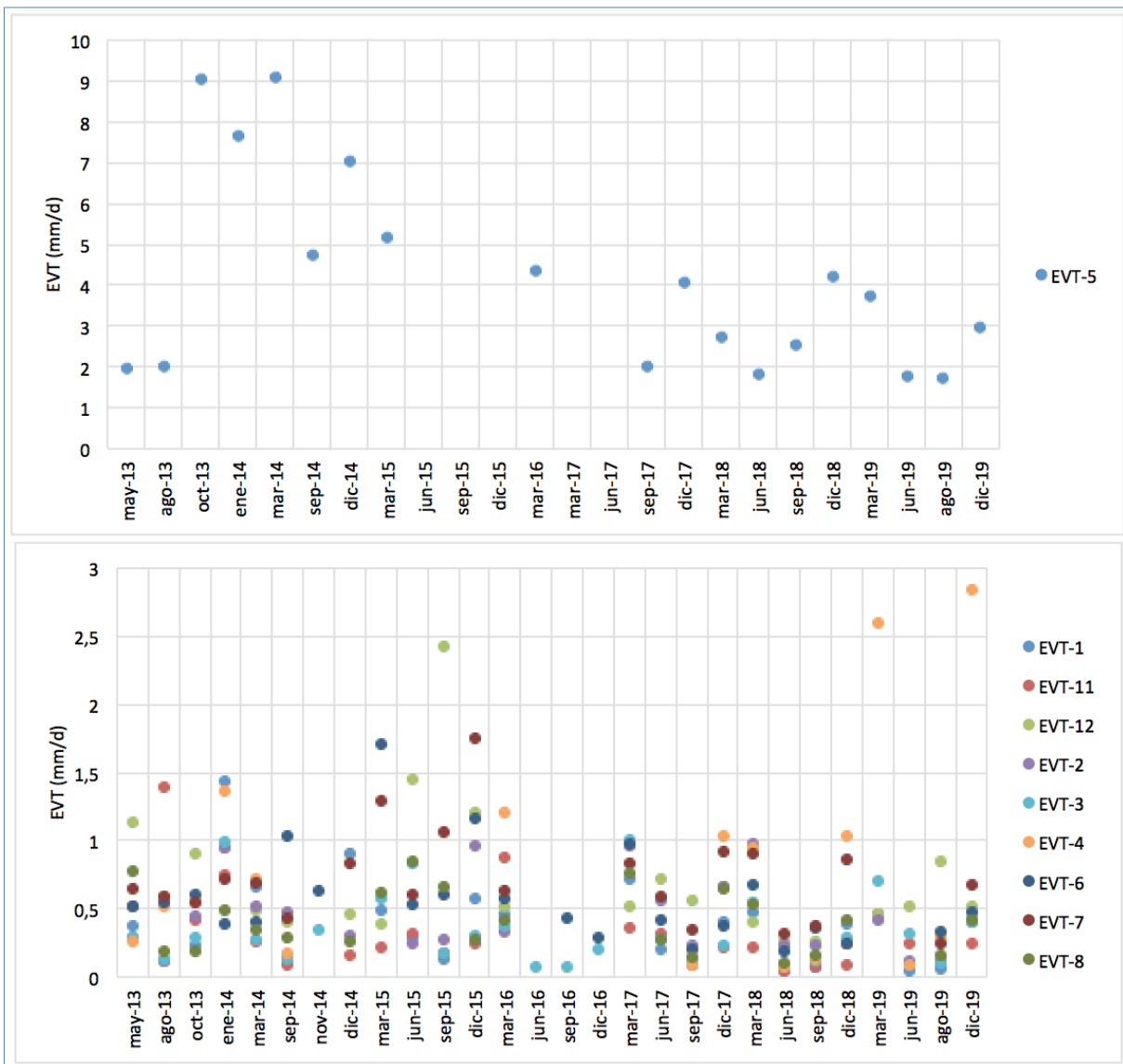
La estación EVT-18, que corresponde a un punto en el espejo de agua de la Laguna Interna y, dada su ubicación, el rango de sus registros es mayor y consistente con los demás puntos del mismo sector, presentando en 2019 valores dentro de la variabilidad natural e histórica. El valor máximo registrado corresponde al mes de diciembre (de la misma manera que en 2018), con una tasa promedio diaria de 4,653 mm/d.

Los mayores valores de EVT registrados en 2019 para las estaciones EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23 se registraron en marzo y, para la estación EVT-18, se registraron en diciembre. Los valores mínimos en 2019 se registraron principalmente en agosto.

Sector Norte y Borde Este

En la Figura 5-10 se presenta la evolución histórica (2013–2019) que han tenido las mediciones de EVT (Tasa de EVT en mm/d) para los 10 puntos de monitoreo del sector Norte y Borde Este. El punto EVT-5 se muestra en gráfico individual, ya que requiere una escala con mayor amplitud, porque se realiza la medición en lámina de agua, lo que resulta en valores mayores de evapotranspiración.

Figura 5-10 Variación Temporal de la Evapotranspiración en Puntos de Medición, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los resultados de las mediciones de 2019, la estación EVT-5 se presenta con valor máximo en marzo, con una tasa promedio de 3,760 mm/d y valor mínimo en agosto, con una tasa promedio de 1,736 mm/d. Lo anterior es consistente con su ubicación y por ser este punto representativo de lámina de agua (ver Figura 4-7).

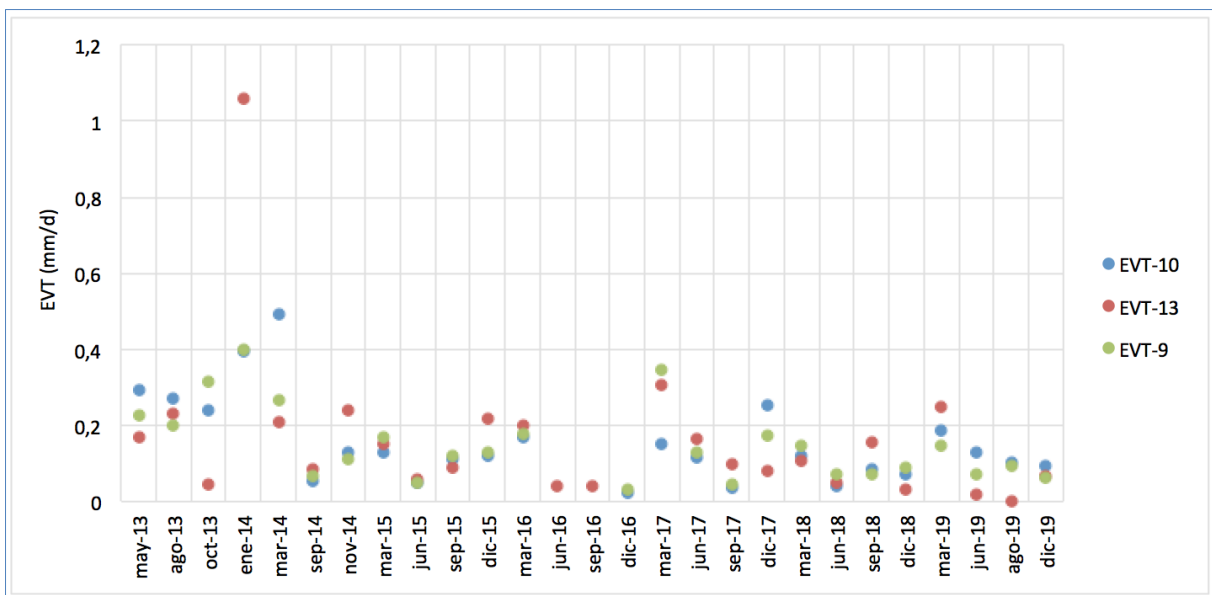
Para el resto de las estaciones en Sector Norte y Borde Este, todos presentaron valores similares, cuyos valores de tasa promedio se registraron en un rango definido por 0,050 mm/d (EVT-1 en junio) y 0,853 mm/d (EVT-12 en agosto). La excepción a lo anterior esta dada por la estación EVT-4, que se mostró un alza en sus valores registrados de hasta 2,837 mm/d en diciembre y 2,604 mm/d en marzo 2019, muy similares a lo registrado en la estación de laguna EVT-5 en dichos meses. Lo anterior, se considera lógico y consistente dado los acontecimientos de precipitaciones ocurridas en febrero de 2019, lo que pudo haber influido en el aumento del nivel de agua en dicha zona, y la cercanía de EVT-4 con EVT-5.

En general, se puede señalar que el comportamiento anual es variable y estacional, con valores mayores en los meses de marzo y diciembre y valores mínimos en los meses de junio y agosto.

Sector del Núcleo

En la Figura 5-11 se presenta la evolución histórica (2013 – 2019) que han tenido las mediciones de EVT (Tasa de EVT en mm/d) en los puntos de monitoreo del sector Núcleo.

Figura 5-11 Variación Temporal de la Evapotranspiración en Puntos de Medición, Sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia.

Los valores reportados en 2019, para las 3 estaciones del sector Núcleo, en general, se encuentran en el rango de mediciones anteriores, con la excepción de los registros de los meses de junio y agosto de la estación EVT-13, donde se presenta el valor mínimo registrado históricamente. El menor valor se presenta para la estación EVT-13, con una tasa promedio de 0,003 mm/d, y el valor máximo lo presenta la misma estación para marzo, con una tasa promedio de 0,248 mm/d.

5.3 Superficie Cubierta por Lagunas

La superficie cubierta por las lagunas de los sistemas La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor fue monitoreada en temporada de invierno (agosto) y en temporada de verano (diciembre).

Los resultados de los monitoreos realizados en 2019 se muestran en la Tabla 5-8, mientras que en el Anexo C se presenta el informe “Superficie Cubierta por Lagunas”, con el detalle de las mediciones realizadas en invierno y verano.

En la Tabla 5-8, junto con los resultados de las superficies de los cuerpos de agua que fueron determinadas para el 2019, se presentan el área promedio, mínima y máxima histórica de cada sistema lagunar según los registros de línea de base presentada en la Adenda 5. Al contrastar los resultados anuales de 2019 con el promedio histórico y mínimos históricos, la mayor cobertura lagunar se verifica en invierno 2019 en el sistema lagunar Soncor con 232,9 ha desde la imagen Pleiades-1A y 234,3 ha desde Landsat 8. En contraparte, Aguas de Quelana presentó la menor superficie en verano de 2019, con 39,8 ha desde la imagen Pleiades-1A y 49,9 ha desde Landsat 8. Asimismo, se destaca que todas las superficies del 2019 se encuentran por sobre el mínimo histórico para cada sistema lagunar. A continuación, se presentan los resultados para cada sistema lagunar.

Tabla 5-8 Resultados de Superficies cubiertas por lagunas estimadas a través de imágenes satelitales (Pleiades-1A y Landsat 8) y datos obtenidos en el monitoreo 2019 (invierno y verano), respecto de los registros de línea de base (Adenda 5, 2015)

Sistema Lagunar	Superficies (ha) de registros históricos (Adenda 5, 2015)			Superficies (ha) Pleiades-1A de alta resolución 2019			Superficies (ha) Landsat 8 de media resolución 2019		
	Promedio	Máx.	Mín.	Invierno	Verano	Promedio anual	Invierno	Verano	Promedio anual
La Punta-La Brava	33,8	35,0	31,6	52,8	62,7	57,8	53,8	57,7	55,7
Peine	64,8	73,6	48,9	86,7	101,7	94,2	85,1	107,8	96,5
Aguas de Quelana	22,2	33,1	11,3	57,8	39,8	48,8	40,9	49,9	45,4
Soncor	217,4	234,2	192,4	232,9	216,5	224,7	234,3	248,2	241,3

Fuente: Cedrem Consultores.

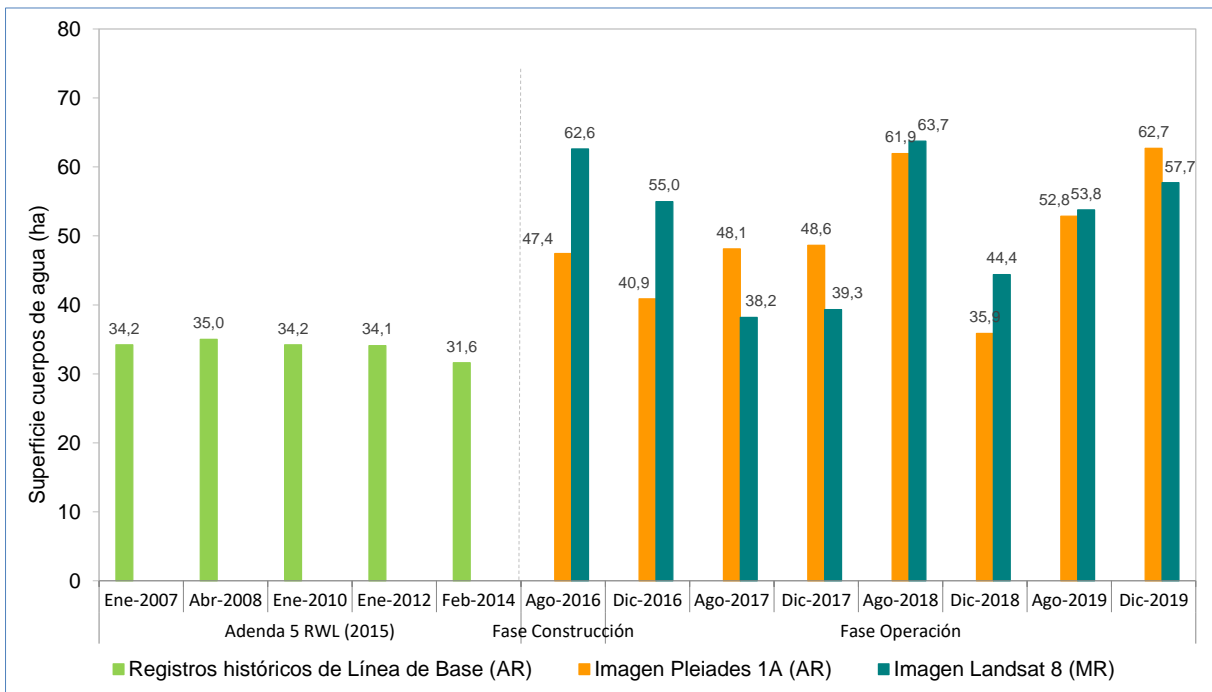
5.3.1 Sistema La Punta-La Brava

En el sistema lagunar La Punta y La Brava, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en agosto de 2019 es de 52,8 ha, mientras que en diciembre 2019, abarca una superficie de 62,7 ha (Tabla 5-8 y Figura 5-12). La comparación con el registro mínimo histórico de línea de base (31,6 ha), estimado desde este mismo tipo de imágenes satelitales (Adenda 5, 2015), indica que la cobertura de agosto de 2019 es mayor en +21,2 ha (60%) y la de diciembre 2019 es mayor en +31,1 ha (49,6%).

En este sistema lagunar, desde las imágenes Landsat 8 se calculó que la cobertura de cuerpos de agua abarca una superficie de 53,8 ha en agosto de 2019 y 57,7 ha en diciembre de 2019. Estos valores, en comparación con los verificados para Pleiades 1-A, muestran una diferencia de Landsat sobre Pleiades de un +1,8% (0,9 ha) para agosto de 2019 y de un - 8,1% (5,1 ha) para verano de 2019.

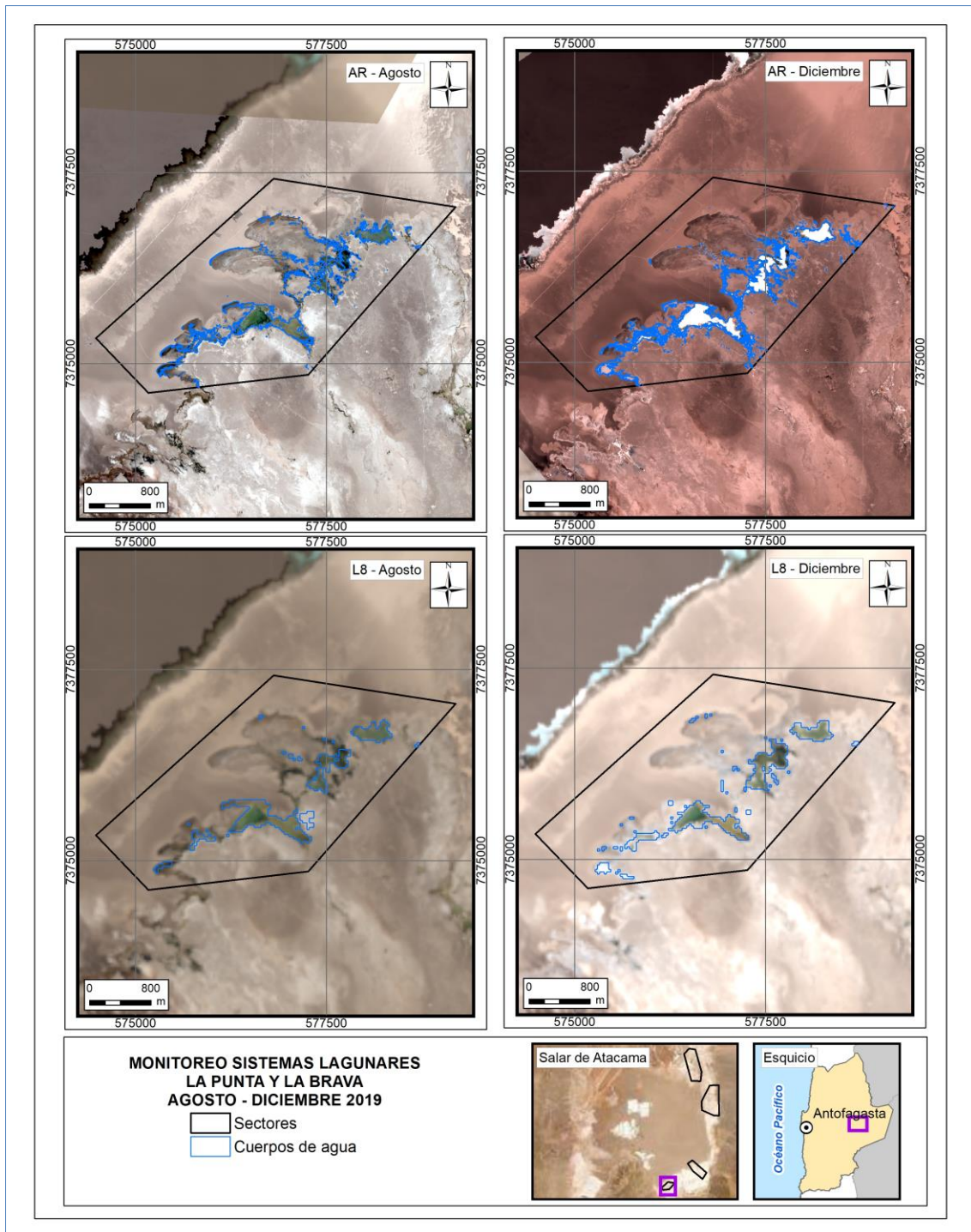
En la Figura 5-13 se presenta una comparación gráfica de las superficies lagunares calculadas con imágenes de Pleiades-1A y Landsat 8 para el año 2019.

Figura 5-12 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar La Punta-La Brava



Dónde **MR**: Imagen de Mediana Resolución (pixel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (pixel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 5-13 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar La Punta-La Brava, Agosto – Diciembre 2019



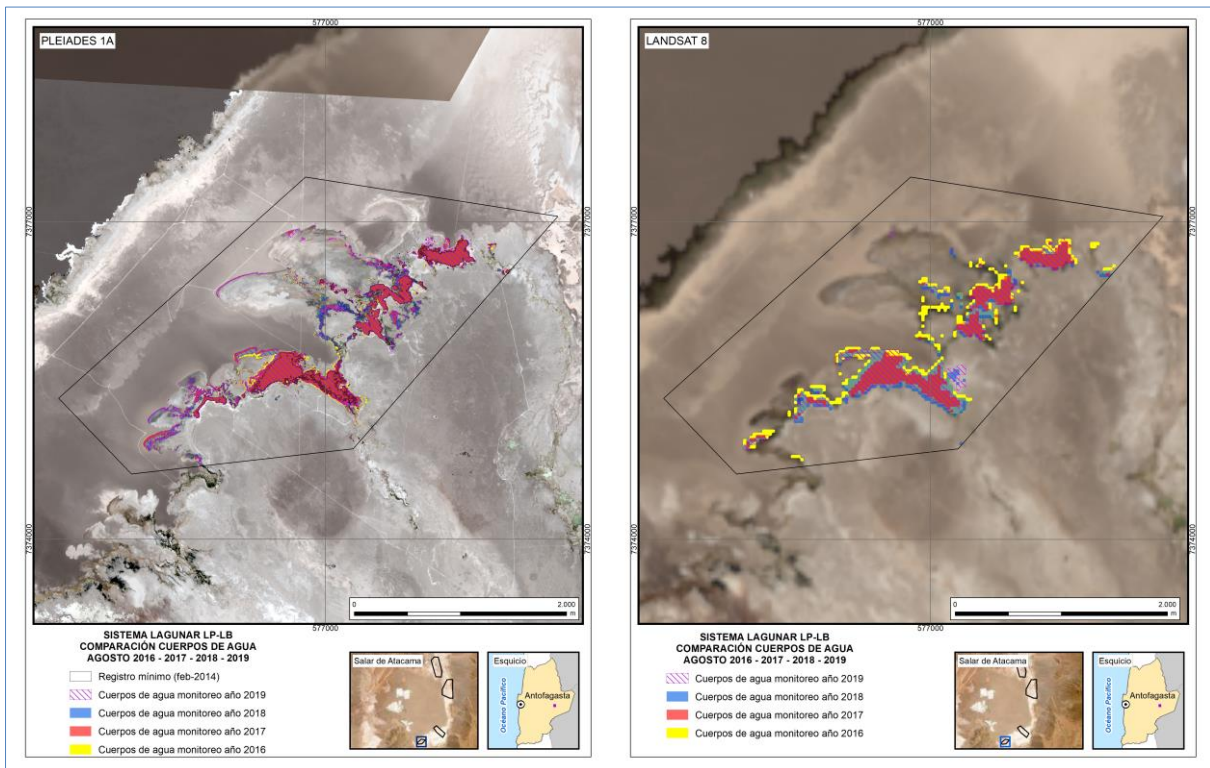
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre de 2019.

En la Figura 5-14 y Figura 5-15, muestran los cambios en las superficies de los cuerpos de agua en comparación con el registro histórico según tipo de imagen por año de monitoreo y su representación espacial respectivamente.

Para el monitoreo de verano de 2016 se calculó una superficie desde Pleiades 1A de 40,9 ha, de 48,6 ha para el 2017, de 35,9 ha para el 2018 y de 62,7 ha para 2019. El valor promedio del índice *kappa* de las superficies señaladas es de 0,70, que corresponde a un valor considerable.

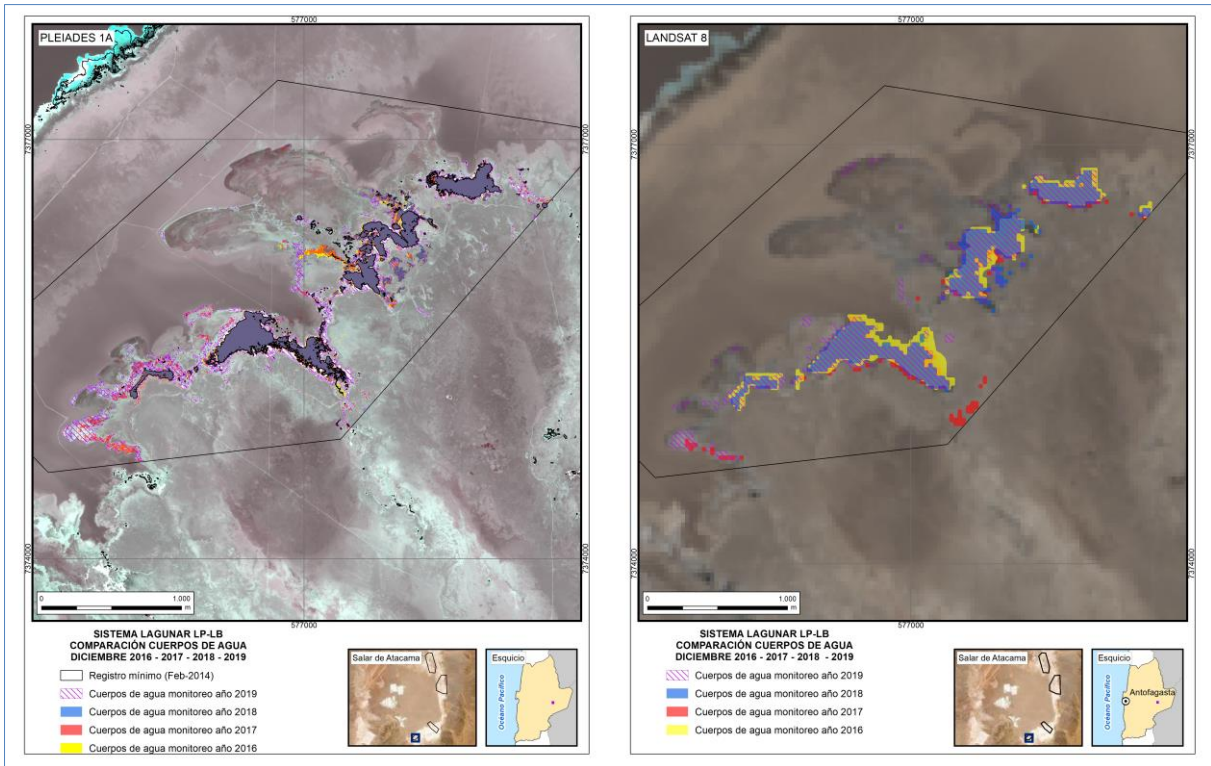
Desde Landsat 8 la superficie de verano de 2016 fue de 55 ha, de 39,3 ha en el 2017, de 44,4 ha en el 2018 y de 57,7 ha en 2019 (Figura 5-12). El valor promedio del índice *kappa* de las superficies señaladas es de 0,58 que corresponde a un valor considerable.

Figura 5-14 Registros de superficies lagunares de Agosto 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar La Punta-La Brava, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016, 2017, 2018 y 2019.

Figura 5-15 Registros de superficies lagunares de Diciembre 2016 – 2017- 2018 y 2019, sistema lagunar La Punta-La Brava, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8



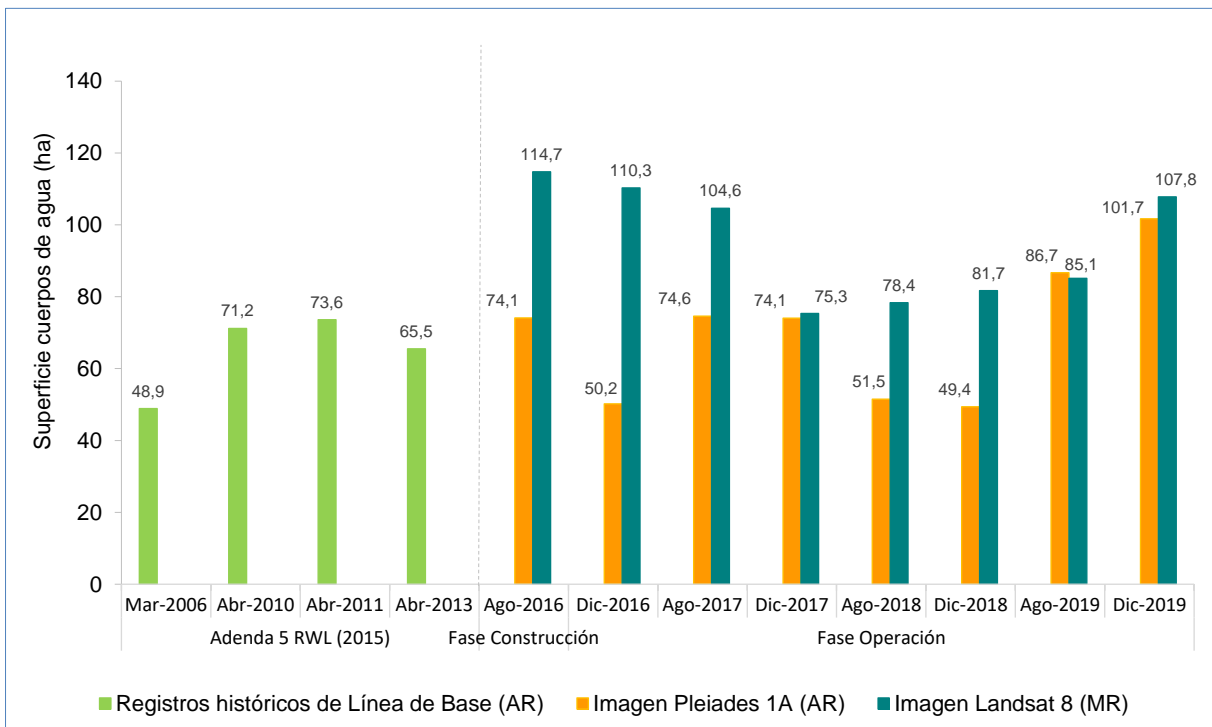
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016, 2017, 2018 y 2019.

5.3.2 Sistema Peine

En el sistema lagunar Peine, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en agosto de 2019 es de 86,7 ha y, en diciembre 2019, abarca una superficie de 101,7 ha (Tabla 5-8 y Figura 5-16). La comparación con el registro mínimo histórico de línea de base (48,9 ha), estimado desde este mismo tipo de imágenes satelitales (Adenda 5, 2015), indica que la cobertura de agosto de 2019 es mayor en +37,8 ha (77,2%) y la de diciembre 2018 es mayor en +52,8 ha (107,9%).

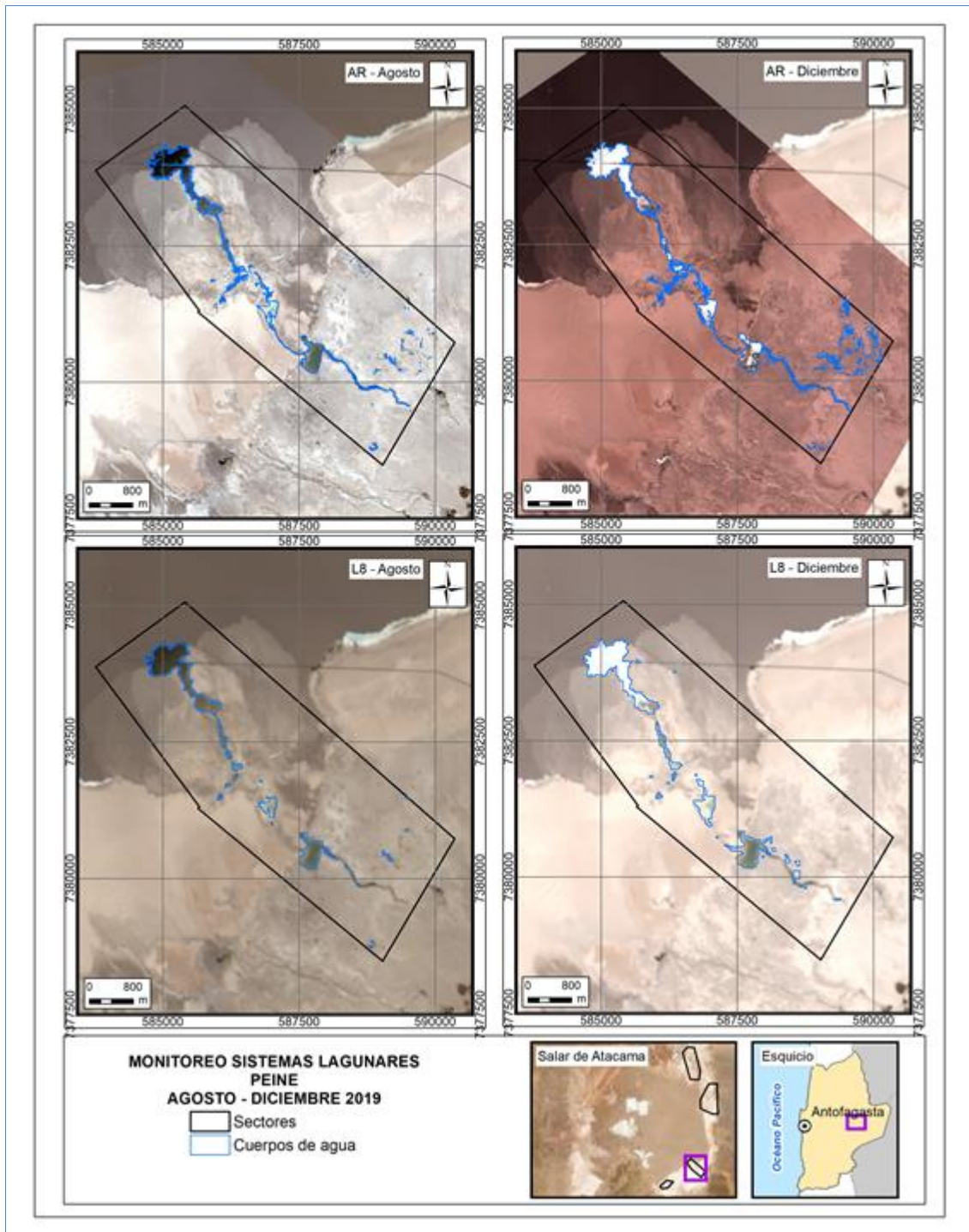
Con respecto a las imágenes de Landsat 8, se calculó que la cobertura de cuerpos de agua abarca una superficie de 85,1 ha en agosto de 2019 y 107,8 ha en diciembre de 2019. Al comparar estos valores con los verificados para Pleiades-1A, muestran una diferencia de Landsat sobre Pleiades de un -1,8% (1,6 ha) para agosto de 2019 y de un +5,9% (6,1 ha) para verano de 2019. Este sector evidencia la menor variación entre imágenes para la temporada de verano de 2019. En la Figura 5-17 se presenta una comparación gráfica de las superficies lagunares calculadas con imágenes de Pleiades-1A y Landsat 8 para el año 2019.

Figura 5-16 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Peine



Dónde **MR**: Imagen de Mediana Resolución (pixel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (pixel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 5-17 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Peine, Agosto – Diciembre 2019



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre de 2019.

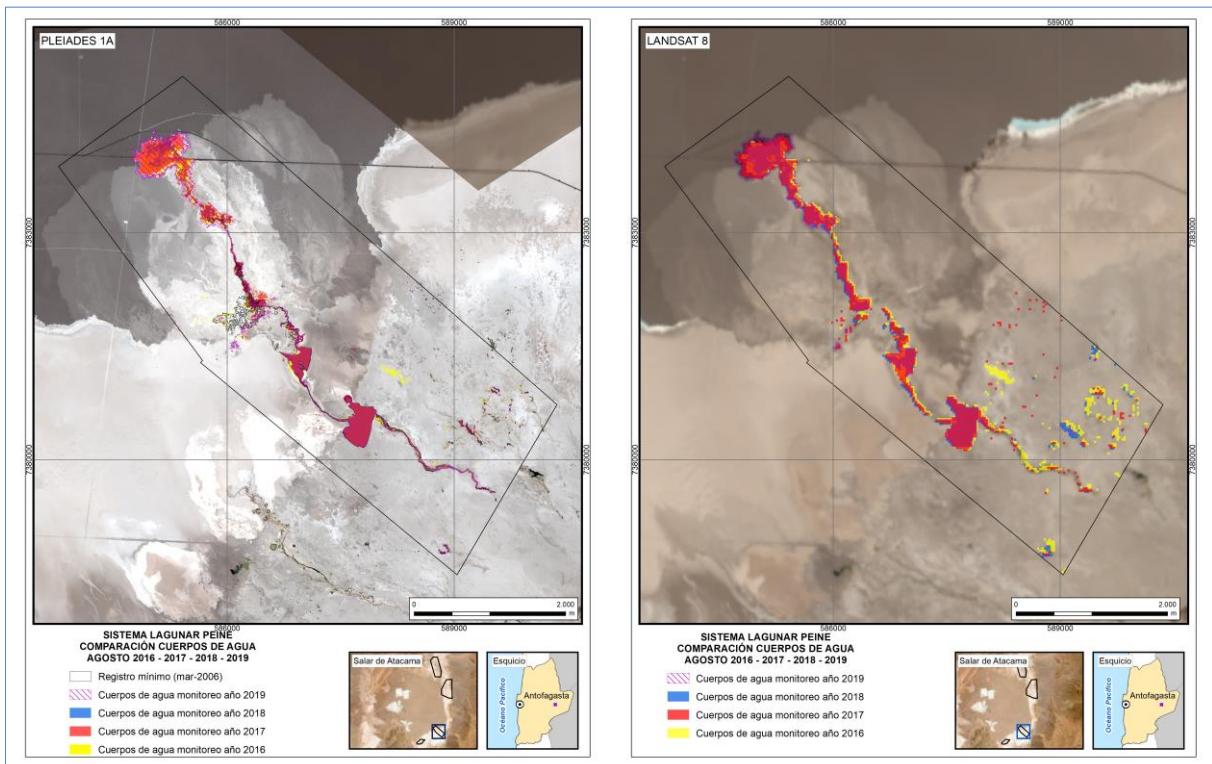
En la Figura 5-18 y Figura 5-19 muestran los cambios en las superficies de los cuerpos de agua en comparación con el registro histórico según tipo de imagen por año de monitoreo y su representación espacial respectivamente.

Para el sector Peine, se observa un aumento en las superficies observadas respecto a los monitoreos del período diciembre de 2017 – agosto 2019. Este incremento es observable tanto en imágenes de alta como de mediana resolución.

Para el monitoreo de verano de 2016 se calculó una superficie desde Pleiades 1A de 50,2 ha, de 74,1 ha para el 2017, de 49,4 ha para el 2018 y de 101,7 para 2019. El valor promedio del índice kappa de las superficies señaladas es de 0,86, que corresponde a un valor considerable.

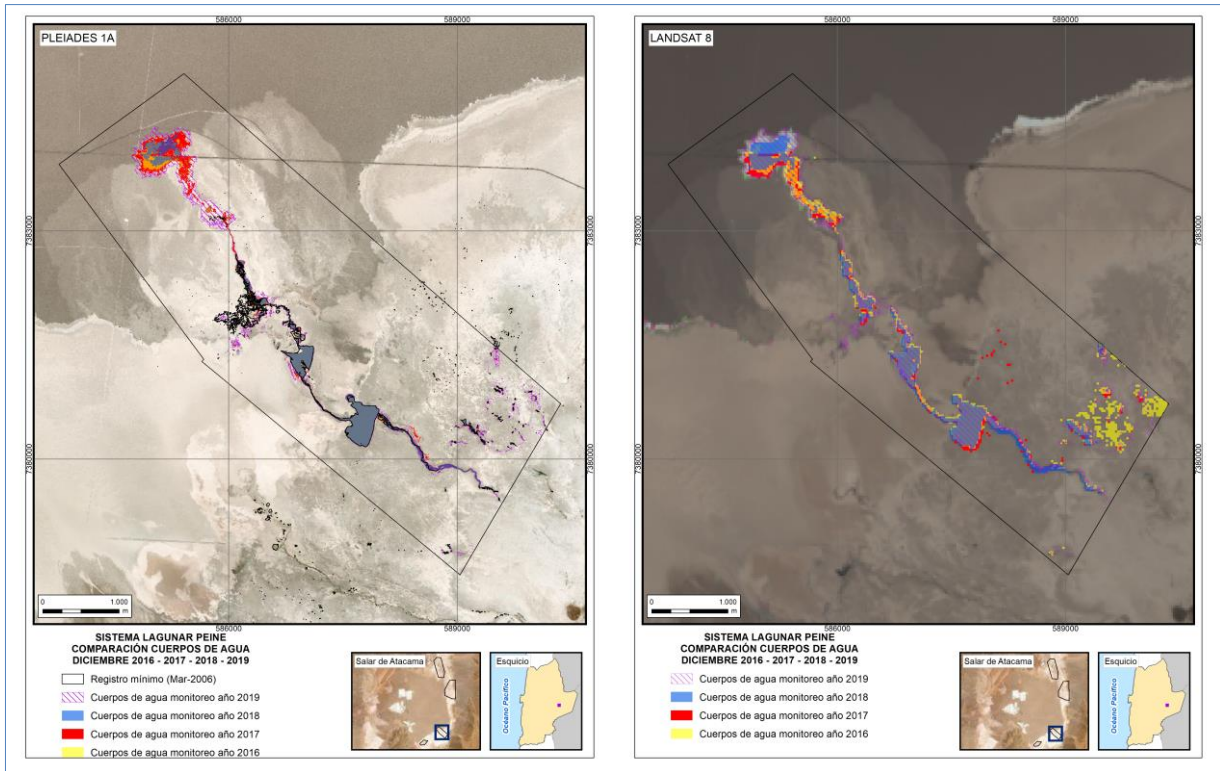
Desde Landsat 8 la superficie de verano de 2016 fue de 110,3 ha, de 75,3 ha en el 2017, de 81,7 ha en el 2018 y 107,8 ha en 2019 (Figura 5-16). El valor promedio del índice kappa de las superficies señaladas es de 0,76, que corresponde a un valor que indica un ajuste considerable

Figura 5-18 Registros de superficies lagunares de Agosto 2016 – 2017- 2018 y 2019, sistema lagunar Peine, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016, 2017, 2018 y 2019

Figura 5-19 Registros de superficies lagunares de Diciembre 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Peine, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016, 2017, 2018 y 2019.

5.3.3 Sistema Aguas de Quelana

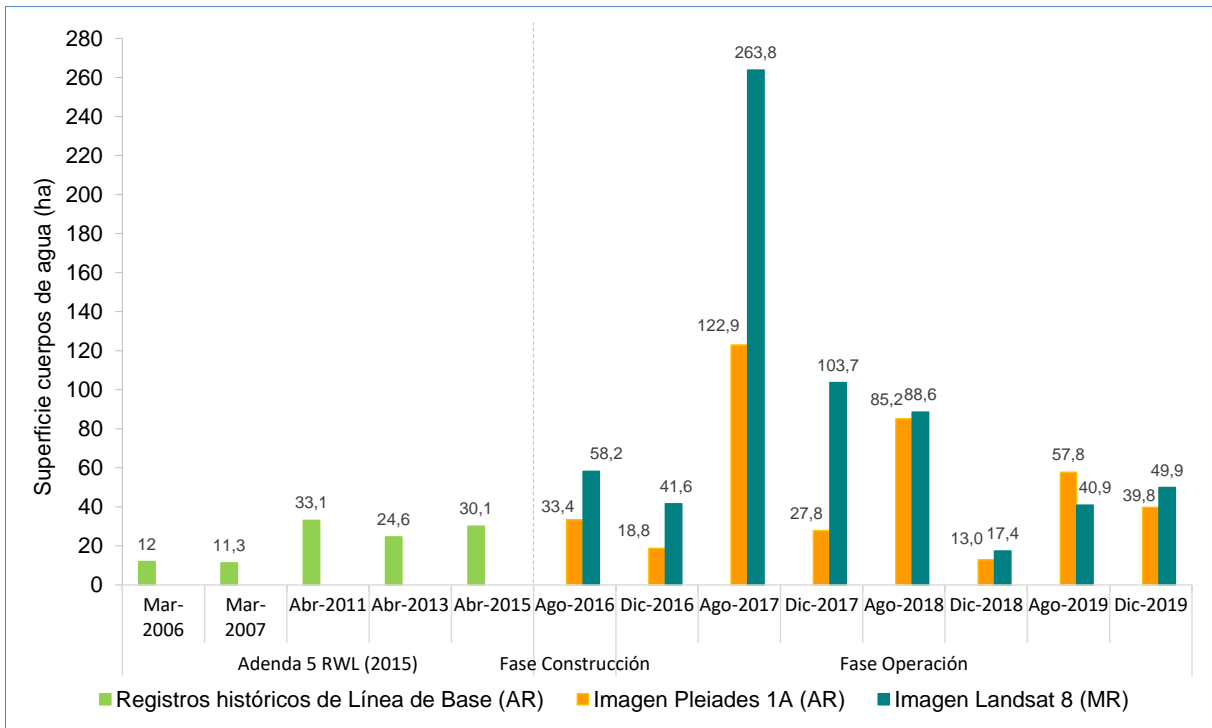
En el sistema lagunar Aguas de Quelana, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en agosto de 2019 es de 57,8 ha y en diciembre 2019, abarca una superficie de 39,8 ha (Tabla 5-8 y Figura 5-20). La comparación con el registro mínimo histórico de línea de base (11,3 ha), estimado desde este mismo tipo de imágenes satelitales (Adenda 5, 2015), indica que la cobertura de agosto de 2019 es mayor en +46,5 ha (411,5%) y la de diciembre 2019 es mayor en +28,5 ha (252,2%)

Por otra lado, utilizando las imágenes Landsat 8 se calculó que la cobertura de cuerpos de agua abarca una superficie de 40,9 ha en agosto de 2019 y 49,9 ha en diciembre de 2019. Estos valores en comparación con los verificados para Pleiades 1-A, muestran una diferencia de Pleiades sobre Landsat de un +29,3 % (16,9 ha) para agosto de 2019 y de un +25,5% (10,1 ha) de Landsat sobre Pleiades para verano de 2019.

Este sector evidencia la mayor variación entre imágenes en invierno y verano de 2019, desde Landsat 8, para todos los sectores en el área de estudio. El aumento de la superficie estimada por Landsat 8 es esperable y se debe, principalmente, a la diferencia de resolución entre ambas imágenes, así como también a la incorporación de zonas de transición y enlace entre los cuerpos de agua que presentaban nula o parcial delimitación en los resultados con imágenes de alta resolución. En la Figura 5-21 se presenta una comparación gráfica de las superficies lagunares calculadas con imágenes de Pleiades-1A y Landsat 8 para el año 2019.

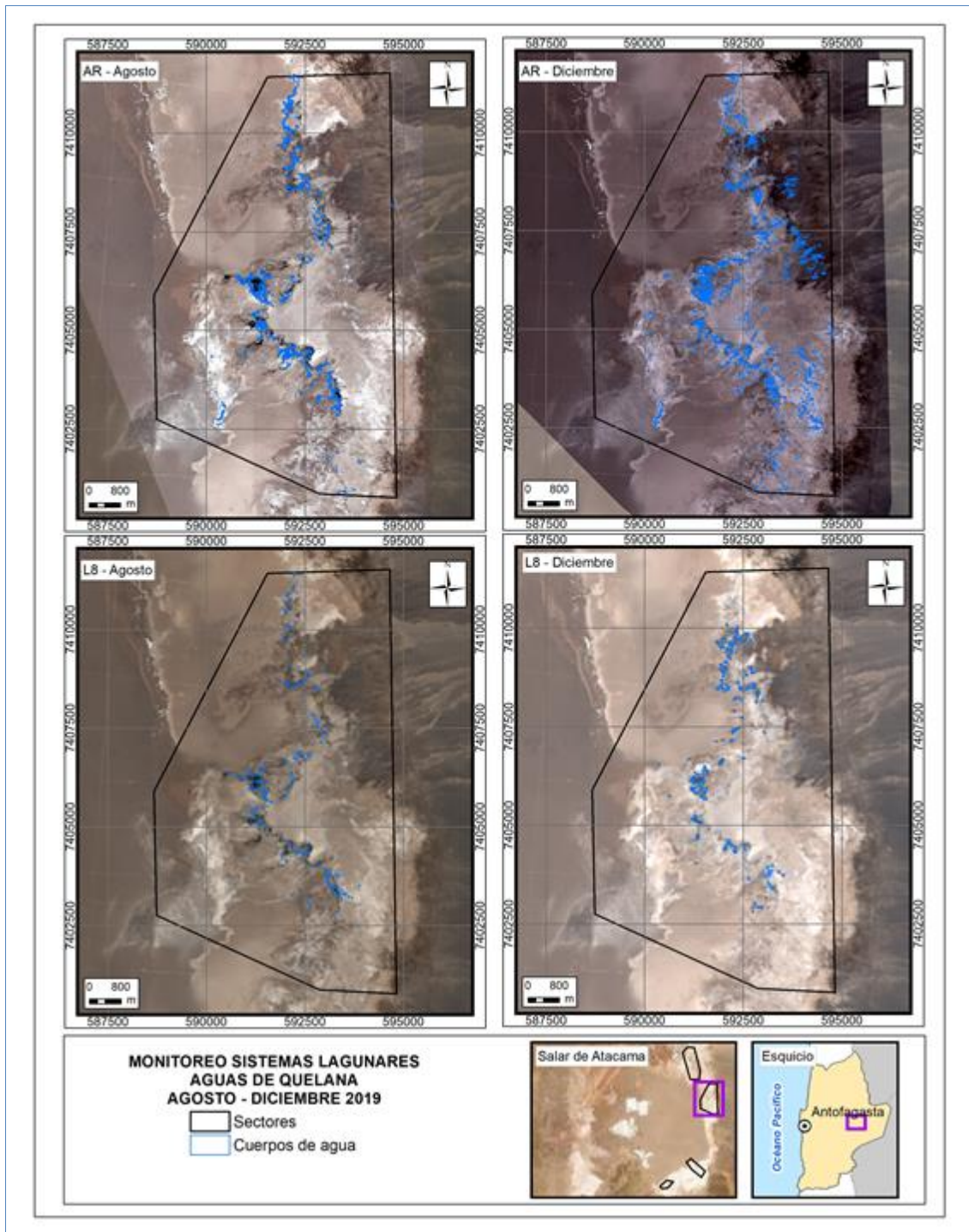
Si bien la resolución de las imágenes Landsat 8 puede sobrestimar los cuerpos de agua, los puntos de validación en terreno confirmaron que la superficie mayor determinada por dichas imágenes, corresponde a la fisonomía de la zona.

Figura 5-20 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Aguas de Quelana



Dónde; **MR**: Imagen de Mediana Resolución (pixel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (pixel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 5-21 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Aguas de Quelana, Agosto – Diciembre 2019



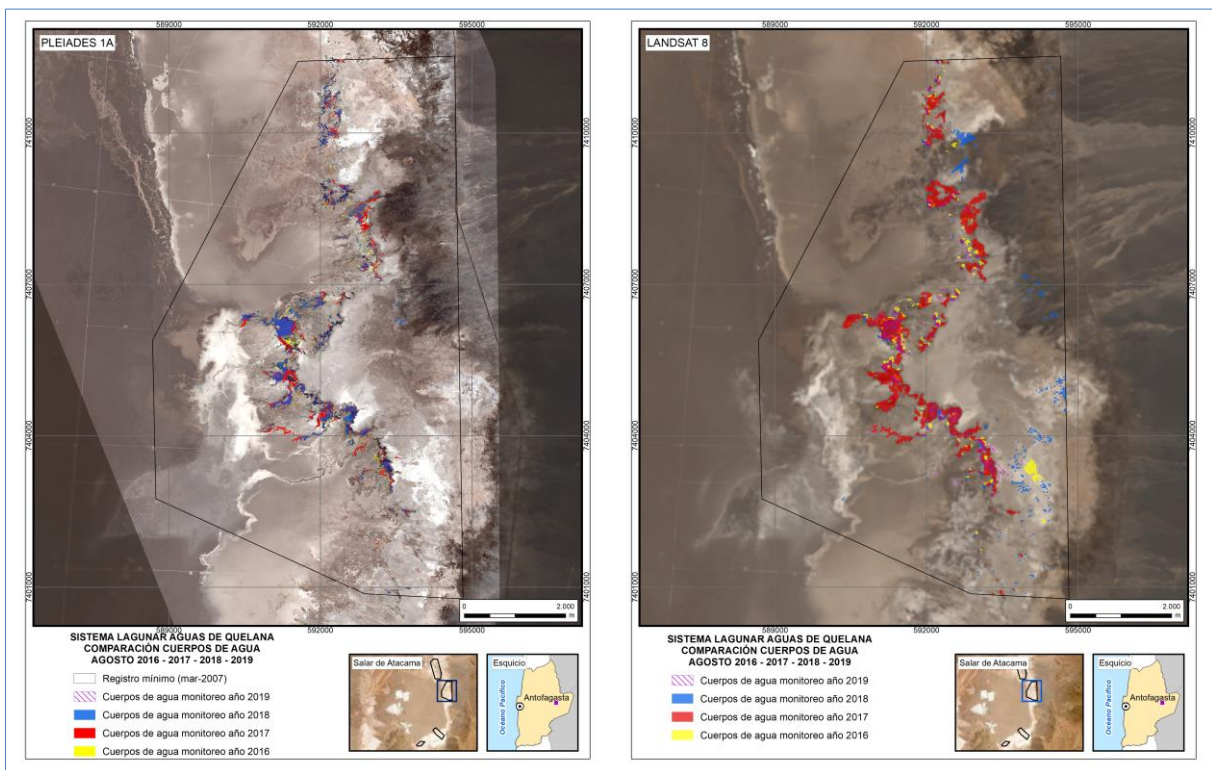
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre de 2019.

En la Figura 5-22 y Figura 5-23 muestran los cambios en las superficies de los cuerpos de agua en comparación con el registro histórico según tipo de imagen por año de monitoreo y su representación espacial respectivamente.

Para el monitoreo de verano de 2016 se calculó una superficie desde Pleiades 1A de 18,8 ha, de 27,8 ha para el 2017, de 13 ha para el 2018 y de 39,8 ha para el 2019. El valor promedio del índice *kappa* de las superficies señaladas es de 0,74, que corresponde a un valor considerable.

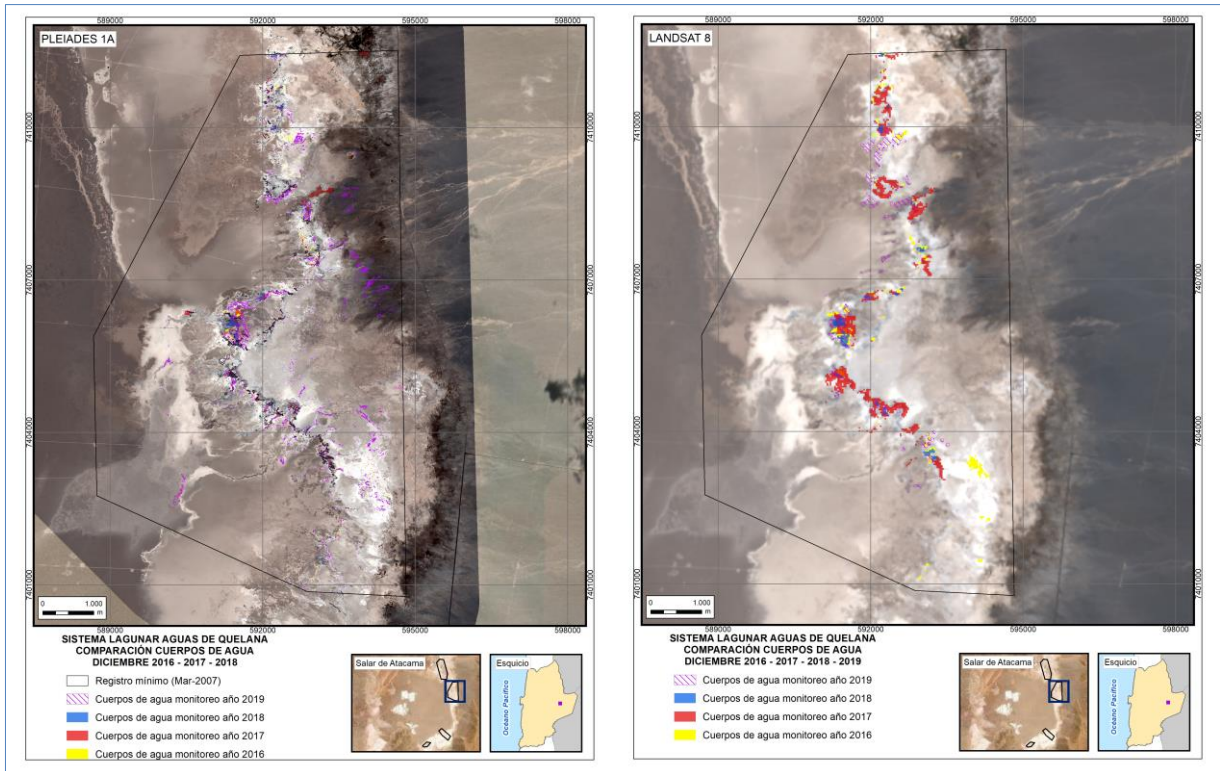
Desde Landsat 8 la superficie de verano de 2016 fue de 41,6 ha, de 103,7 ha en el 2017, de 17,4 ha en el 2018 y de 49,9 ha en 2019 (Figura 5-20). El valor promedio del índice *kappa* de las superficies señaladas es de 0,70, que corresponde a un valor considerable.

Figura 5-22 Registros de superficies lagunares de Agosto 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Aguas de Quelana, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016, 2017, 2018 y 2019.

Figura 5-23 Registros de superficies lagunares de Diciembre 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Aguas de Quelana, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8



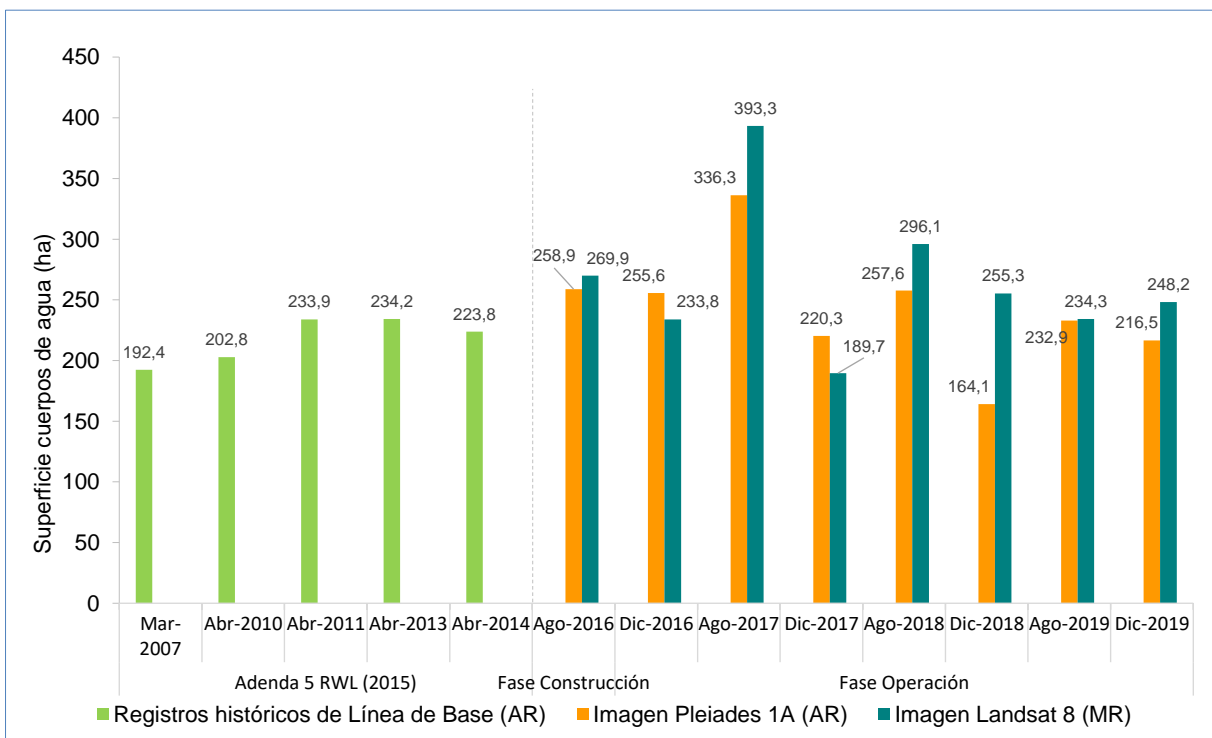
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016, 2017, 2018 y 2019.

5.3.4 Sistema Soncor

En el sistema lagunar Soncor, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en agosto de 2019 es de 232,9 ha y en diciembre 2019, abarca una superficie de 216,5 ha (Tabla 5-8 y Figura 5-24). La comparación con el registro mínimo histórico de línea de base (192,4 ha), estimado desde este mismo tipo de imágenes satelitales (Adenda 5, 2015), indica que la cobertura de agosto de 2019 es mayor en +40,5 ha (21%) y mayor también en diciembre de 2019, en +24,1 ha (12,5%).

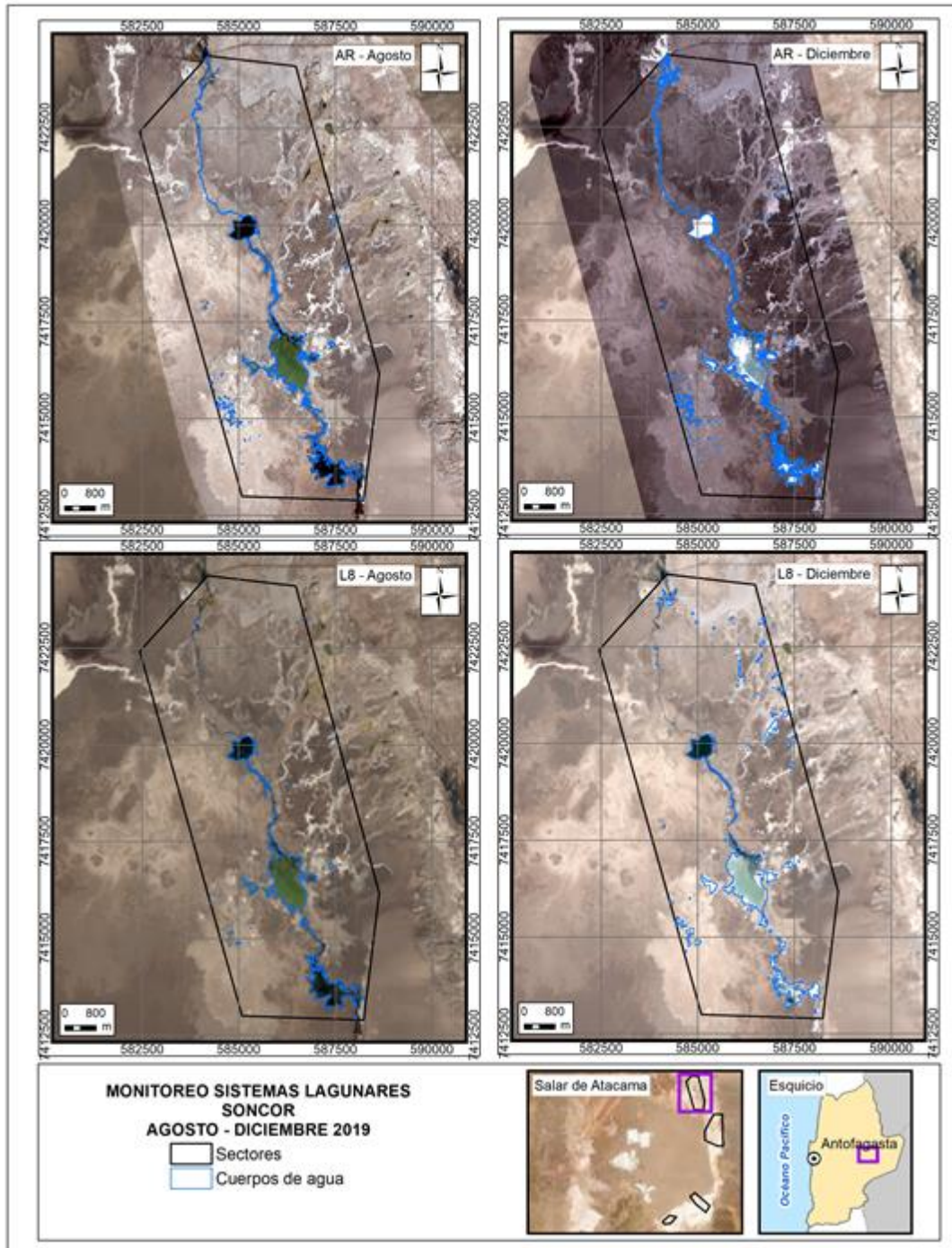
En este sistema lagunar, desde las imágenes Landsat 8 la cobertura de cuerpos de agua abarca una superficie de 234,3 ha en agosto de 2019 y 248,2 ha en diciembre de 2019. Estos valores en comparación con los verificados para Pleiades 1-A, muestran una diferencia de Landsat sobre Pleiades de un +0,6 % (1,4 ha) para agosto de 2019 y de un +14,7% (31,7 ha) para verano de 2019. Este sector evidencia la menor variación de superficie entre imágenes para la temporada de invierno de 2019 en todos los sectores del área de estudio. En la Figura 5-25 se presenta una comparación gráfica de las superficies lagunares calculadas con imágenes de Pleiades-1A y Landsat 8 para el año 2019.

Figura 5-24 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Soncor



Dónde; **MR**: Imagen de Mediana Resolución (pixel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (pixel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores.

Figura 5-25 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Soncor, Agosto – Diciembre 2019



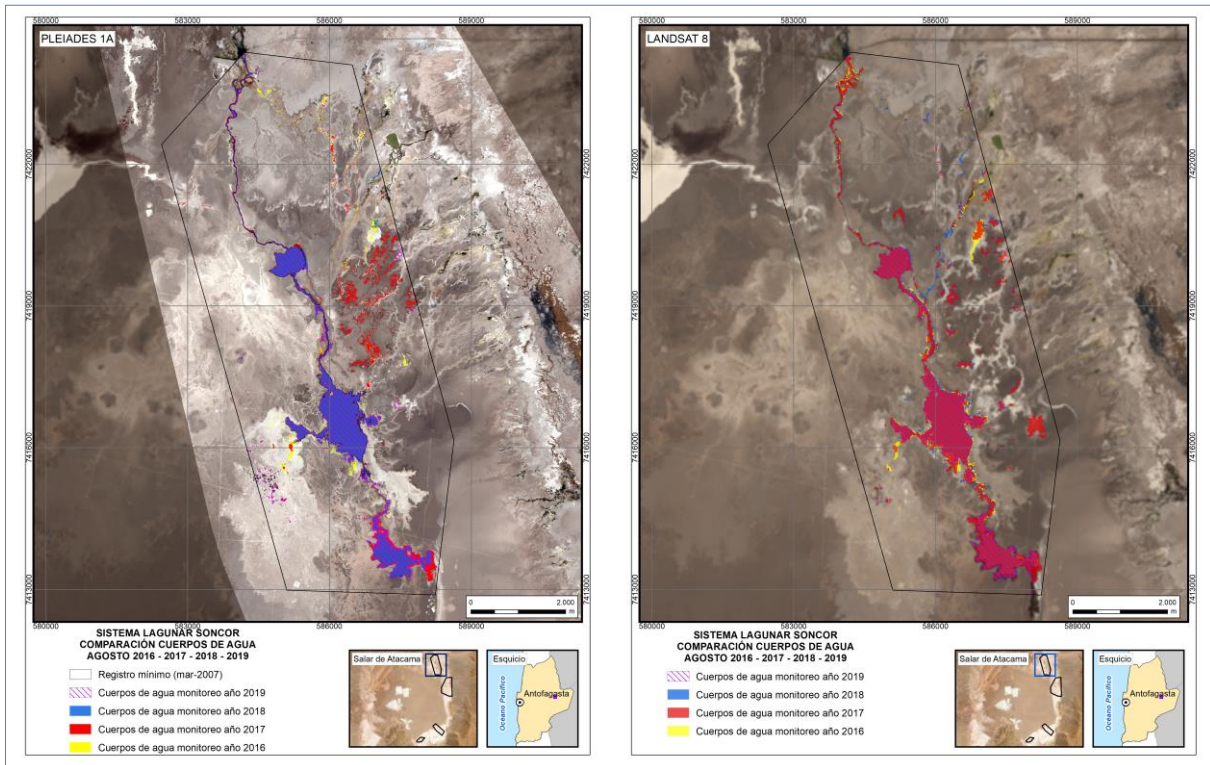
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre de 2019.

En la Figura 5-26 y la Figura 5-27 se presenta la comparación del año 2019 respecto a los años 2016, 2017 y 2018 para agosto y diciembre, respectivamente.

Para el monitoreo de verano de 2016 se calculó una superficie desde Pleiades 1A de 255,6 ha, de 220,3 ha para el 2017, de 164,1 ha para el 2018 y de 216,5 ha para 2019. El valor promedio del índice *kappa* de las superficies señaladas es de 0,89, que corresponde a un valor considerable y al ajuste más preciso de los modelos, en comparación a otros sistemas.

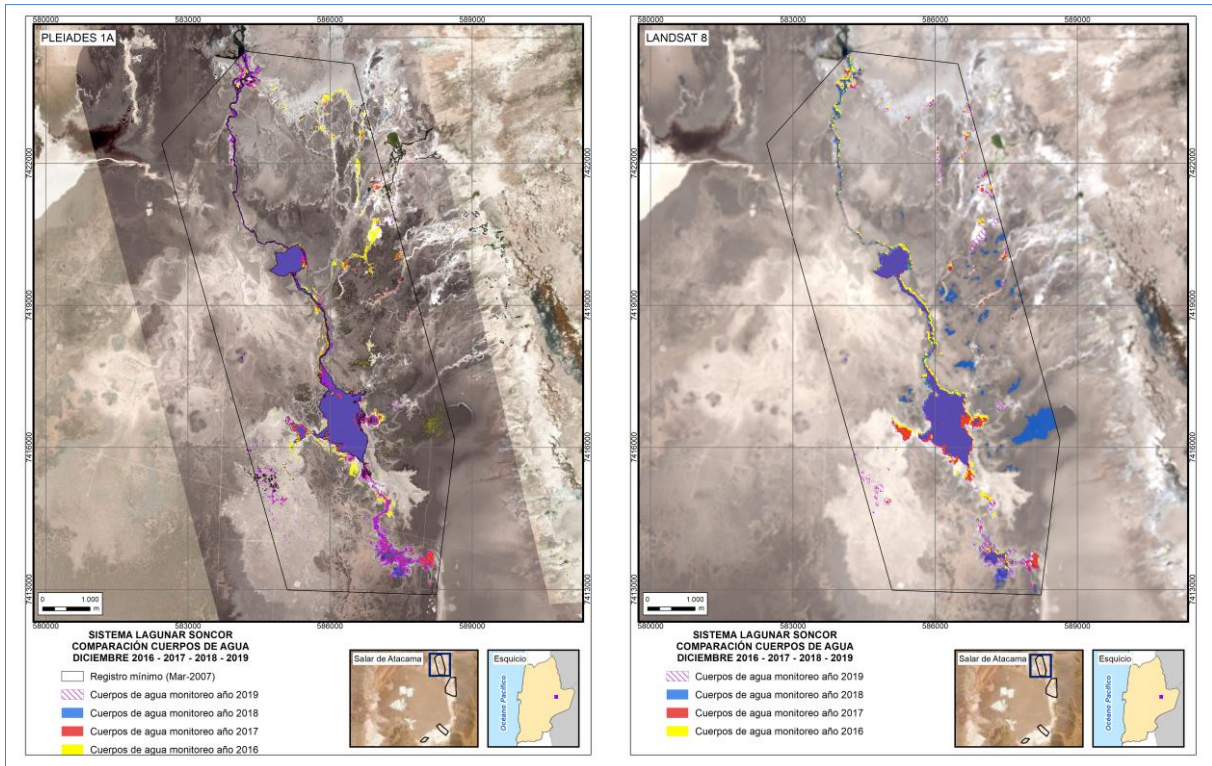
Desde Landsat 8 la superficie de verano de 2016 fue de 233,8 ha, de 189,7 ha en el 2017, de 255,3 ha en el 2018 y de 248,2 en 2019 (Figura 5-24). El valor promedio del índice *kappa* de las superficies señaladas es de 0,82, que corresponde a un valor considerable.

Figura 5-26 Registros de superficies lagunares de Agosto 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Soncor, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de Agosto 2016, 2017, 2018 y 2019.

Figura 5-27 Registros de superficies lagunares de Diciembre 2016 – 2017 – 2018 y 2019, sistema lagunar Soncor, a partir de imágenes Pleiades-1A y Landsat 8



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de Diciembre de 2016, 2017, 2018 y 2019.

5.4 Nivel limnimétrico de las Lagunas

El nivel limnimétrico de las lagunas se mide desde la cota de referencia (limnímetro o estaca) hasta el espejo de agua (indicado como profundidad en metros) de cada uno de los puntos de monitoreo y se reporta como cota topográfica del espejo de agua en m s.n.m.

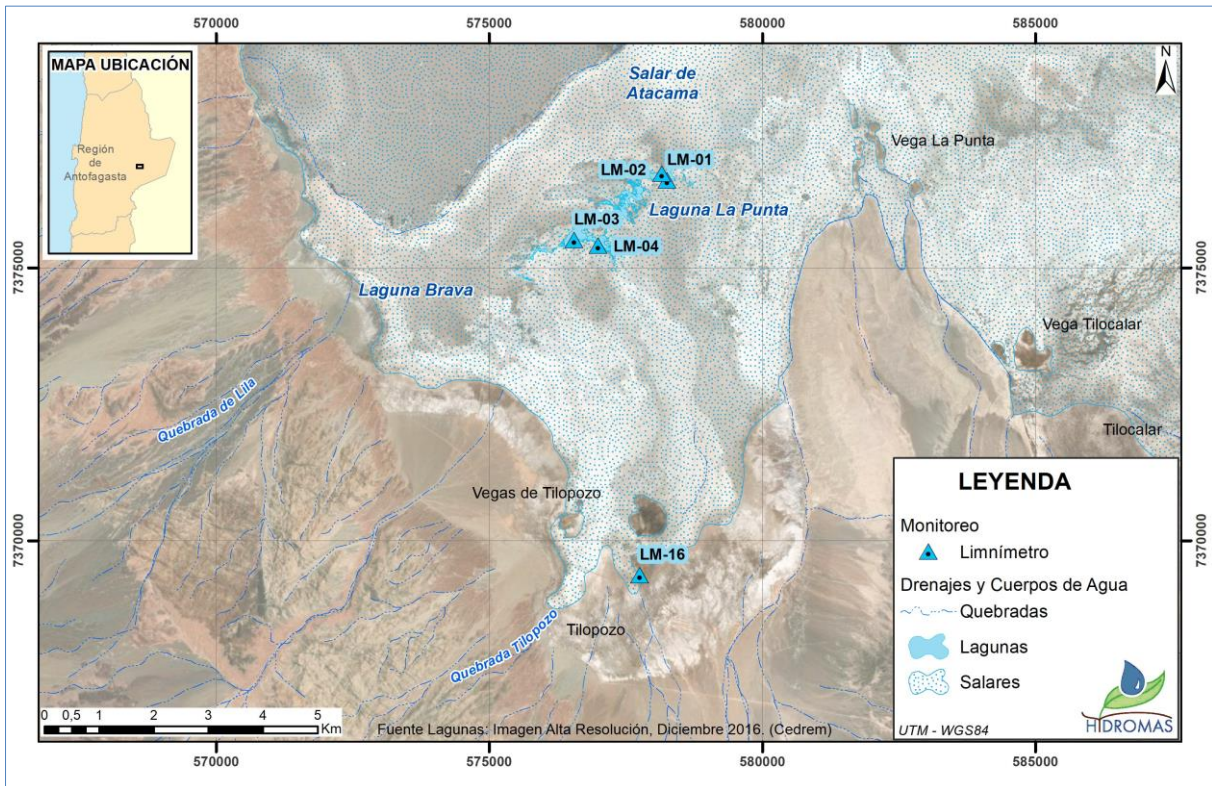
Además, en el Anexo D de este Informe, se presenta la base de datos histórica con los registros medidos para la variable nivel de las lagunas.

5.4.1 Sector La Punta-La Brava

En la Figura 5-28 se presenta el mapa de ubicación de los puntos de monitoreo de la variable nivel limnimétrico en el sector La Punta-La Brava.

En la Tabla 5-9 se muestran las profundidades y niveles (cotas) limnimétrico medidos y en la Figura 5-29 se representa gráficamente el registro histórico de las mediciones, donde se puede observar la diferencia de cota existente entre LM-16 (que se encuentra en Tilopozo) y el resto de los limnímetros del sector. En la Figura 5-30 se presentan los mismos datos en diferentes gráficos, lo que permite apreciar mejor su variabilidad en el tiempo.

Figura 5-28 Puntos de monitoreo de Niveles Limnimétricos, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

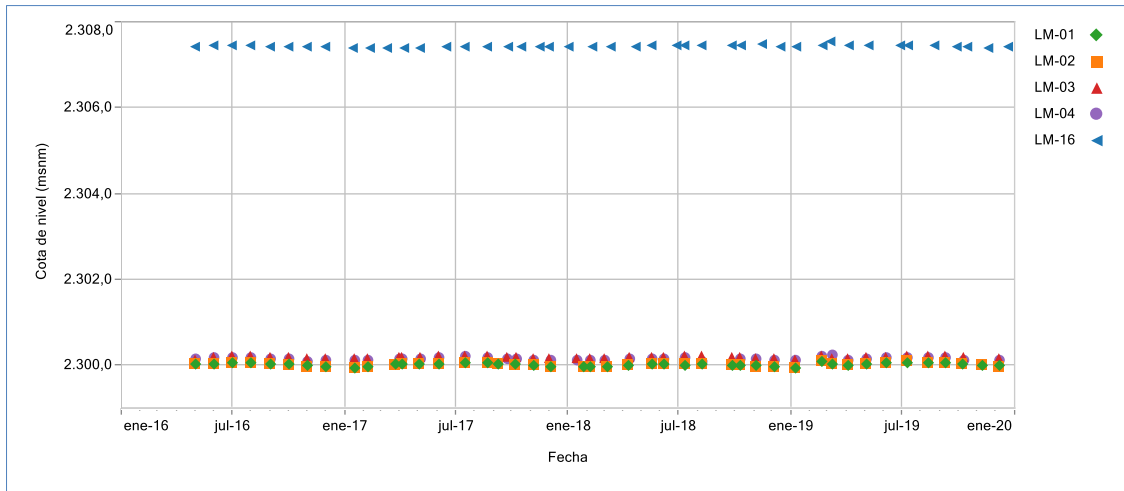
Tabla 5-9 Resultados de Niveles Limnimétricos, Sector La Punta-La Brava

LM-01			LM-02			LM-03*		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
08-01-2019	0,398	2.299,932	08-01-2019	0,876	2.299,919	08-01-2019	0,444	2.300,132
20-02-2019	0,241	2.300,089	20-02-2019	0,710	2.300,085	20-02-2019	0,355	2.300,221
08-03-2019	0,316	2.300,014	08-03-2019	0,784	2.300,011	08-03-2019	0,415	2.300,161
03-04-2019	0,320	2.300,010	03-04-2019	0,790	2.300,005	03-04-2019	0,420	2.300,156
05-05-2019	0,303	2.300,027	05-05-2019	0,771	2.300,024	05-05-2019	0,412	2.300,164
06-06-2019	0,274	2.300,056	06-06-2019	0,748	2.300,047	06-06-2019	0,389	2.300,187
10-07-2019	0,261	2.300,069	10-07-2019	0,723	2.300,072	10-07-2019	0,361	2.300,215
12-08-2019	0,272	2.300,058	12-08-2019	0,740	2.300,055	12-08-2019	0,365	2.300,211
09-09-2019	0,278	2.300,052	09-09-2019	0,749	2.300,046	09-09-2019	0,374	2.300,202
09-10-2019	0,311	2.300,019	09-10-2019	0,775	2.300,020	10-10-2019	0,389	2.300,187
09-11-2019	0,328	2.300,002	09-11-2019	0,801	2.299,994	07-12-2019	0,438	2.300,138
07-12-2019	0,349	2.299,981	07-12-2019	0,826	2.299,969			
LM-04*			LM-16					
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)			
08-01-2019	0,823	2.300,111	10-01-2019	0,423	2.307,413			
20-02-2019	0,738	2.300,196	23-02-2019	0,394	2.307,442			
08-03-2019	0,707	2.300,227	06-03-2019	0,310	2.307,526			
03-04-2019	0,803	2.300,131	06-04-2019	0,401	2.307,435			
05-05-2019	0,794	2.300,140	08-05-2019	0,388	2.307,448			
06-06-2019	0,763	2.300,171	28-06-2019	0,402	2.307,434			
10-07-2019	0,744	2.300,190	11-07-2019	0,406	2.307,430			
12-08-2019	0,757	2.300,177	23-08-2019	0,404	2.307,432			
09-09-2019	0,759	2.300,175	29-09-2019	0,428	2.307,408			
10-10-2019	0,804	2.300,130	17-10-2019	0,434	2.307,402			
07-12-2019	0,824	2.300,110	21-11-2019	0,455	2.307,381			
			23-12-2019	0,447	2.307,389			

*Mediciones en LM-03 y LM-04 de noviembre 2019 no se realizan por no contar con permiso para acceder al punto de monitoreo.

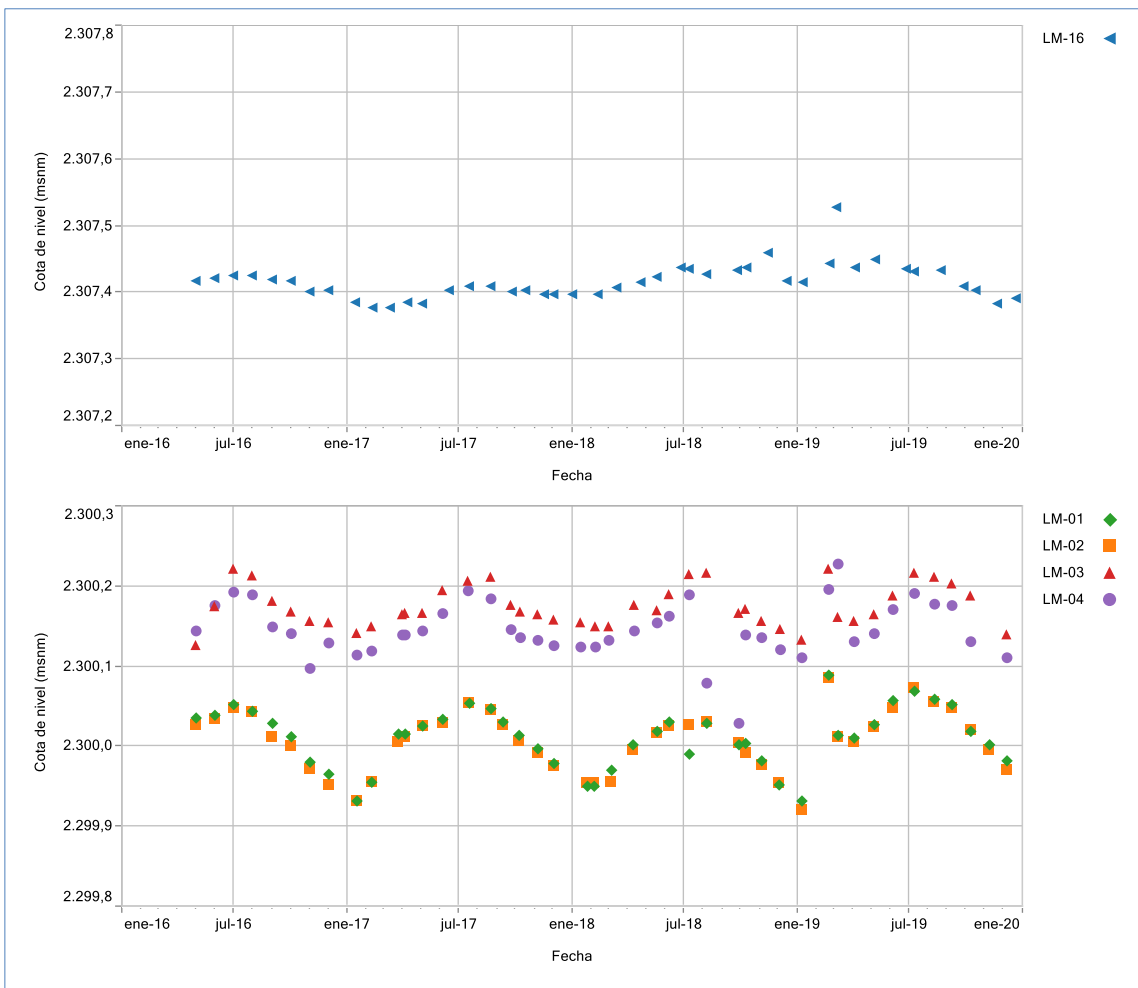
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-29 Variación Temporal de Niveles Limnímetros, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-30 Detalle Niveles Limnimétricos en Lagunas La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-30 se observa que los puntos LM-01 y LM-02, ubicados en la laguna La Punta, tienen cotas de nivel de agua levemente distintas entre ellas, semejantes en cada medición. Lo mismo sucede con los puntos LM-03 y LM-04, ubicados en la laguna La Brava. En general, para estos puntos se reconoce una oscilación natural de los niveles asociados a un ascenso en invierno y un descenso en verano, con una amplitud de unos 10 cm aproximadamente para 2019.

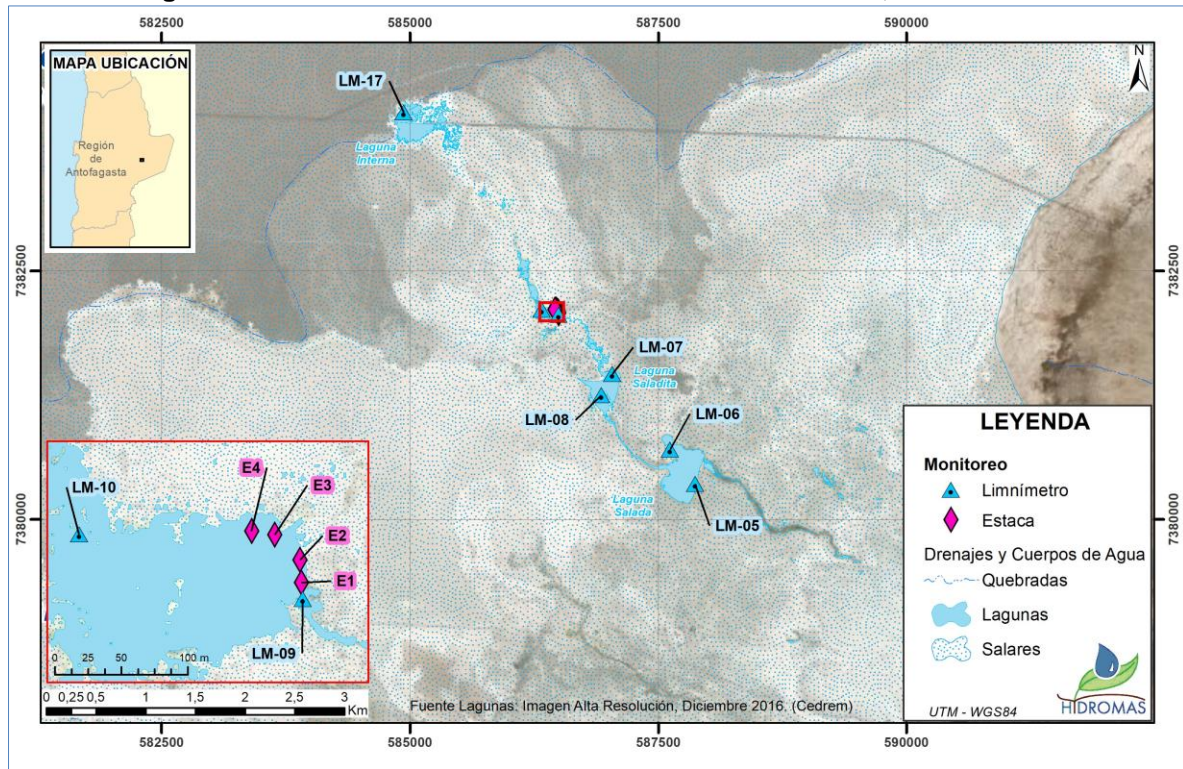
En el caso del limnómetro LM-16, éste también presenta la misma oscilación natural, con amplitud de 14 cm aproximadamente (considerando valores mínimo y máximo para 2019), pero con una diferencia de unos 7 m en valor absoluto de la cota del espejo de agua con respecto a los otros limnómetros. Lo anterior se debe a que LM-16 se encuentra aguas arriba del sector lagunar (ver Figura 5-28).

5.4.2 Sector Peine

En la Figura 5-13 se presenta la ubicación de los puntos de monitoreo de la variable nivel limnimétrico en el sector Peine. Las profundidades y niveles limnimétricos medidos (cotas) se muestran en la Tabla 5-10, mientras que en la Figura 5-32 se presenta gráficamente las mediciones realizadas durante 2019 en este sector, integrando los datos históricos de cada punto. En este gráfico se puede observar que los puntos ubicados en la misma laguna tienen cotas del nivel de agua similares, como es el caso de LM-05 y LM-06 ubicados en la laguna Salada, LM-07 y LM-08 ubicados en la laguna Saladita, y LM-09, LM-10 y estacas E1 a E4, ubicados en la Laguna Interna. Las cotas más bajas del nivel de agua registradas en el sector corresponden a las del punto LM-17, debido a que este limnómetro se sitúa a un kilómetro al Noroeste de la Laguna Interna, en la zona de avance de ésta y más cercano a la zona del Núcleo del Salar.

Cabe indicar que el limnómetro LM-05 no pudo ser medido durante 10 meses del año por presencia de flamencos, principalmente en época de cortejo y de puesta. Esta situación también se dio para el limnómetro LM-06 y en algunos meses de LM-07 y LM-08. Lo anterior fue corroborado por veedores de la Comunidad, quienes acompañan en el monitoreo. Asimismo, el punto LM-17 solo dispone de registro en noviembre y diciembre ya que en los otros meses se encontraba seco o con peligro en el acceso.

Figura 5-31 Puntos de monitoreo de Niveles Limnimétricos, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

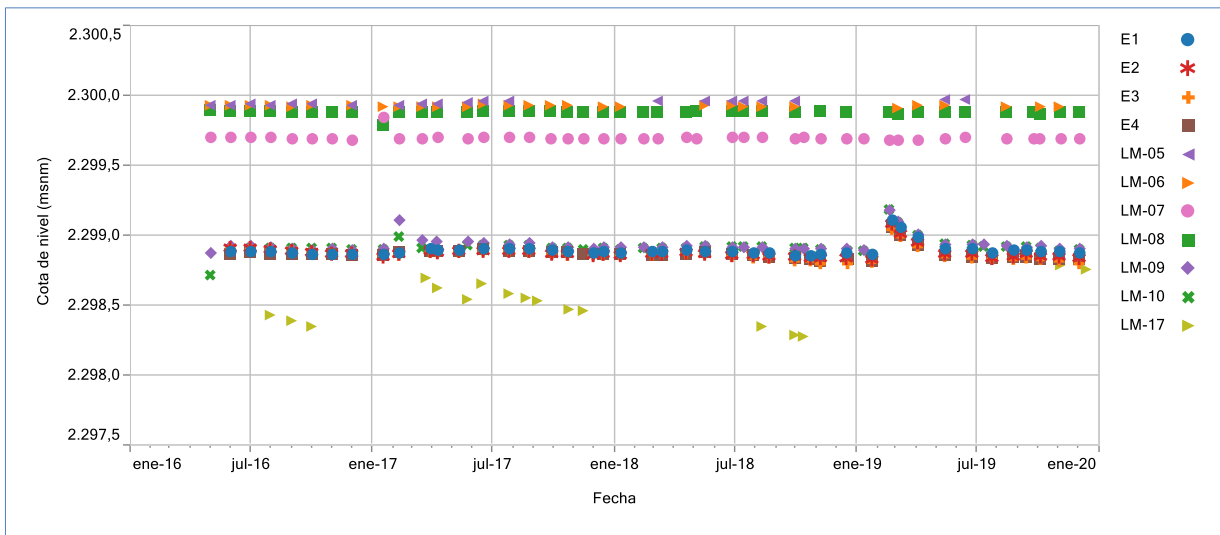
Tabla 5-10 Resultados de Niveles Limnimétricos, Sector Peine

LM-05			LM-06			LM-07		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
12-01-2019	*	*	12-01-2019	*	*	12-01-2019	0,762	2.299,685
19-02-2019	*	*	19-02-2019	*	*	19-02-2019	0,769	2.299,678
05-03-2019	*	*	05-03-2019	0,868	2.299,908	05-03-2019	0,768	2.299,679
04-04-2019	*	*	04-04-2019	0,853	2.299,923	04-04-2019	0,765	2.299,682
14-05-2019	0,618	2.299,965	14-05-2019	0,857	2.299,919	14-05-2019	0,760	2.299,687
14-06-2019	0,622	2.299,961	14-06-2019	*	*	14-06-2019	0,752	2.299,695
12-07-2019	*	*	12-07-2019	*	*	12-07-2019	*	*
14-08-2019	*	*	14-08-2019	0,860	2.299,916	14-08-2019	0,756	2.299,691
14-09-2019	*	*	14-09-2019	*	*	24-09-2019	0,762	2.299,685
05-10-2019	*	*	05-10-2019	0,860	2.299,916	04-10-2019	0,755	2.299,692
03-11-2019	*	*	03-11-2019	0,858	2.299,918	04-11-2019	0,757	2.299,690
02-12-2019	*	*	02-12-2019	*	*			
LM-08			LM-09			LM-10		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
12-01-2019	*	*	12-01-2019	0,832	2.298,894	12-01-2019	0,805	2.298,886
19-02-2019	0,666	2.299,876	19-02-2019	0,550	2.299,176	19-02-2019	0,509	2.299,182
05-03-2019	0,676	2.299,866	05-03-2019	0,634	2.299,092	05-03-2019	0,601	2.299,090
04-04-2019	0,665	2.299,877	04-04-2019	0,720	2.299,006	04-04-2019	0,697	2.298,994
14-05-2019	0,672	2.299,870	14-05-2019	0,792	2.298,934	14-05-2019	0,760	2.298,931
14-06-2019	0,670	2.299,872	25-06-2019	0,789	2.298,937	25-06-2019	0,771	2.298,920
12-07-2019	*	*	12-07-2019	0,793	2.298,933	12-07-2019	0,773	2.298,918
14-08-2019	0,667	2.299,875	14-08-2019	0,803	2.298,923	14-08-2019	0,776	2.298,915
24-09-2019	0,669	2.299,873	14-09-2019	0,810	2.298,916	14-09-2019	0,780	2.298,911
05-10-2019	0,675	2.299,867	05-10-2019	0,807	2.298,919	05-10-2019	0,786	2.298,905
04-11-2019	0,674	2.299,868	03-11-2019	0,820	2.298,906	03-11-2019	0,804	2.298,887
02-12-2019	0,667	2.299,875	02-12-2019	0,819	2.298,907	02-12-2019	0,799	2.298,892
LM-17			E1			E2		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
11-01-2019	**	**	25-01-2019	0,611	2.298,861	25-01-2019	0,630	2.298,823
21-02-2019	***	***	24-02-2019	0,360	2.299,112	24-02-2019	0,375	2.299,078
05-03-2019	****	****	08-03-2019	0,417	2.299,055	08-03-2019	0,446	2.299,007
02-04-2019	****	****	04-04-2019	0,490	2.298,982	04-04-2019	0,514	2.298,939
22-05-2019	****	****	14-05-2019	0,565	2.298,907	14-05-2019	0,590	2.298,863
29-06-2019	****	****	25-06-2019	0,572	2.298,900	25-06-2019	0,589	2.298,864
09-07-2019	****	****	25-07-2019	0,597	2.298,875	25-07-2019	0,619	2.298,834
26-08-2019	****	****	25-08-2019	0,581	2.298,891	25-08-2019	0,609	2.298,844
14-09-2019	****	****	14-09-2019	0,583	2.298,889	14-09-2019	0,595	2.298,858
14-10-2019	****	****	05-10-2019	0,589	2.298,883	05-10-2019	0,607	2.298,846
04-11-2019	0,827	2.298,779	03-11-2019	0,592	2.298,880	03-11-2019	0,613	2.298,840
13-12-2019	0,861	2.298,745	02-12-2019	0,601	2.298,871	02-12-2019	0,619	2.298,834

E3			E4		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
25-01-2019	0,573	2.298,796	25-01-2019	0,695	2.298,808
24-02-2019	0,329	2.299,040	24-02-2019	0,442	2.299,061
08-03-2019	0,380	2.298,989	08-03-2019	0,506	2.298,997
04-04-2019	0,458	2.298,911	04-04-2019	0,578	2.298,925
14-05-2019	0,530	2.298,839	14-05-2019	0,650	2.298,853
25-06-2019	0,536	2.298,833	25-06-2019	0,657	2.298,846
25-07-2019	0,552	2.298,817	25-07-2019	0,674	2.298,829
25-08-2019	0,549	2.298,820	25-08-2019	0,661	2.298,842
14-09-2019	0,542	2.298,827	14-09-2019	0,660	2.298,843
05-10-2019	0,546	2.298,823	05-10-2019	0,677	2.298,826
03-11-2019	0,554	2.298,815	03-11-2019	0,681	2.298,822
02-12-2019	0,575	2.298,794	02-12-2019	0,682	2.298,821

No monitoreado por: *Presencia de flamencos; **Limnómetro seco; ***Sin acceso por lluvias; ****Peligro en acceso
 Fuente: Elaboración propia.

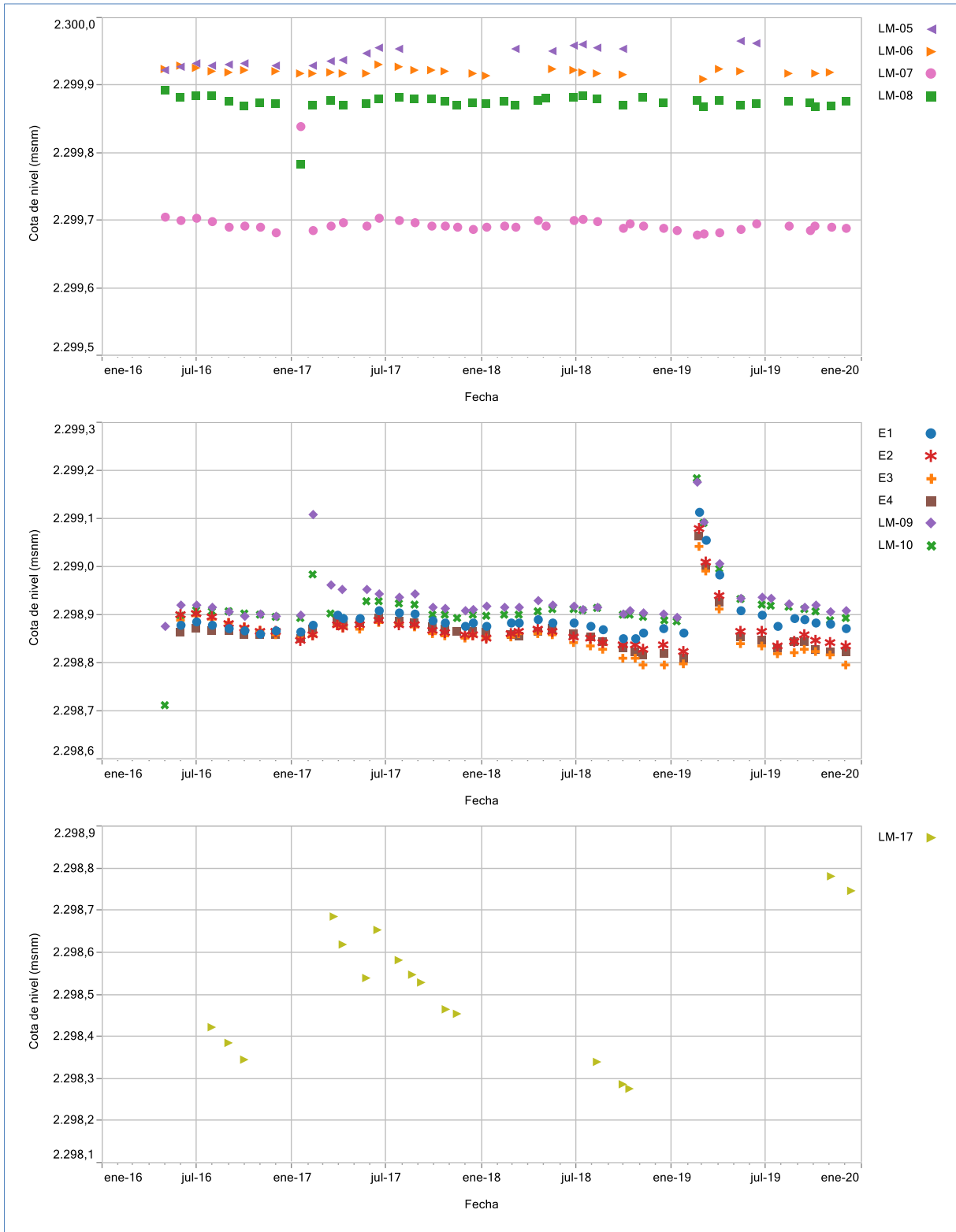
Figura 5-32 Variación Temporal de Nivel Limnómetros y Estacas, Lagunas Peine



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-33 se presentan con mayor detalle las cotas limnimétricas del sector.

Figura 5-33 Detalle Niveles Limnimétricos y Estacas en Lagunas Peine



Fuente: Elaboración propia.

En los gráficos anteriores se observa que los limnímetros LM-05 y LM-06, ubicados en la Laguna Salada, presentan la misma evolución y niveles muy parejos, con una leve oscilación estacional con niveles mayores en invierno y menores en verano, pero con una amplitud en sus registros menor a 10 cm.

En el caso de LM-07 y LM-08, situados en la Laguna Saladita, también se detecta la misma evolución estacional, pero en este caso se observa una diferencia de cota del nivel de unos 20 cm, que podría deberse al efecto embalse de la laguna o a efectos de la topografía, ya que entre las dos reglillas se encuentra una barra o línea de terreno menos profundo, que eventualmente queda por encima del nivel de la laguna. Para estos dos puntos se detectan dos datos anómalos en enero de 2017, que parecen erróneos y por lo tanto deben considerarse estadísticamente como *outliers*.

En el caso de los limnímetros LM-09 y LM-10, ubicados en la Laguna Interna, éstos también presentan oscilaciones sincrónicas con leves variaciones estacionales de amplitud centimétrica. Además, para estos dos puntos se detecta en febrero de 2017 un aumento de los niveles, que se interpreta producto de las precipitaciones registradas en enero de ese año. Para 2019, se destaca un aumento importante de nivel de agua en ambos limnímetros, registrado en la campaña del 19 de febrero, lo que se relaciona directamente con los eventos de precipitaciones registrados entre los días 26 de enero y 9 de febrero. A partir de dicho mes, el nivel en ambos limnímetros desciende para, a partir de mayo, mantener su tendencia y variabilidad natural que se ha registrado históricamente.

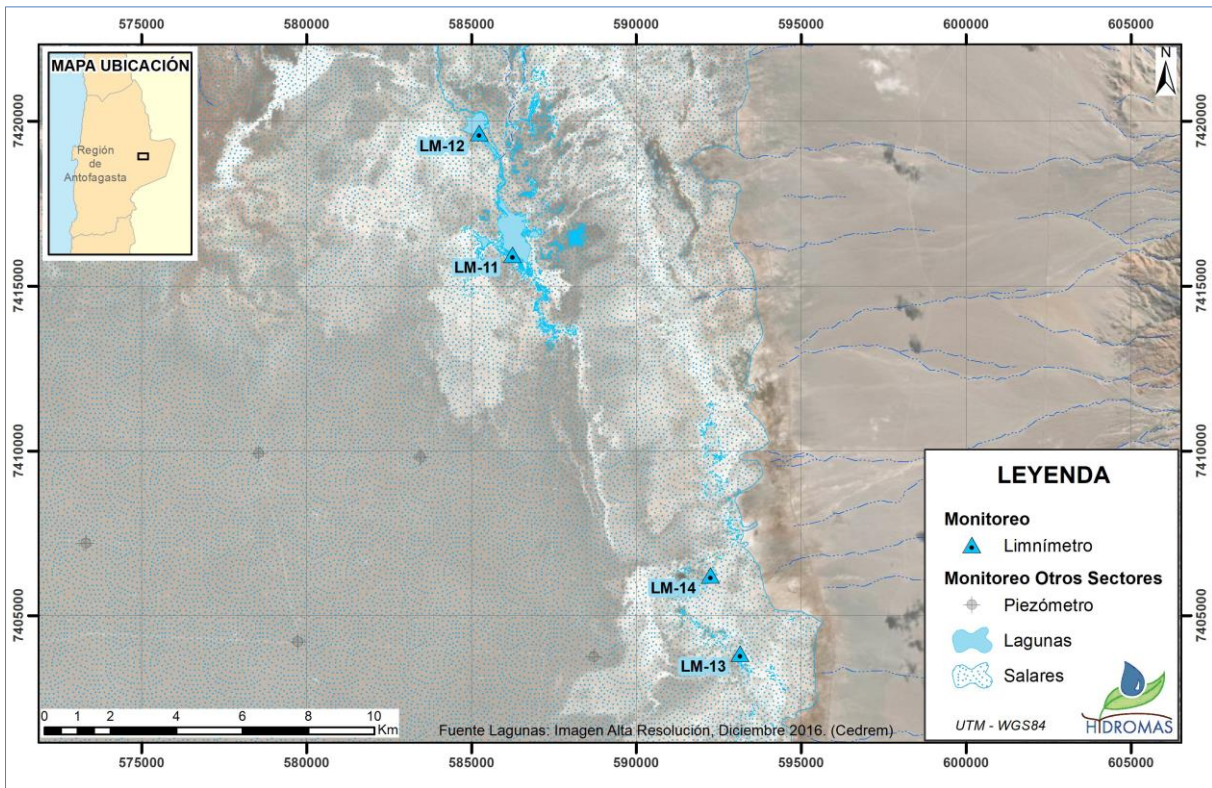
En la misma laguna hay instaladas cuatro estacas (E1 a E4), que presentan la misma variación estacional de niveles que los limnímetros descritos en el párrafo anterior, pero en este caso, no se detecta un aumento de niveles asociados a la precipitación de enero de 2017. En cambio, en 2019, al igual que los limnímetros LM-09 y LM-10, las estacas si registraron un aumento de nivel en febrero de 2019, como respuesta a los eventos de precipitación registrados y, a partir de mayo, vuelven a mantener su tendencia y variación natural. Si bien, en términos generales, se puede observar una tendencia al descenso en los últimos años, durante los meses de noviembre y diciembre, se aprecia un leve aumento de los niveles, los que podrían dar indicios de una recuperación y estabilización de éstos.

Respecto al limnómetro LM-17, punto que se sitúa en el sector de avance de la Laguna Interna, también se observa un comportamiento histórico estacional de su nivel de agua. Si bien este punto tiene un registro que no es continuo, ya que estacionalmente está seco, presenta la mayor variabilidad anual de niveles, con un gran aumento de su nivel a fines de 2019.

5.4.3 Sector Norte y Borde Este

En la Figura 5-34 se presenta el mapa de ubicación de los puntos de monitoreo de la variable nivel limnimétrico en el sector Norte y Borde Este. En la Tabla 5-11 se muestran las profundidades medidas y niveles limnimétricos (cotas), mientras que en la Figura 5-35 se presenta gráficamente las mediciones realizadas en este sector durante 2019 integrando los datos históricos de cada punto. Cabe indicar que, al pie de cada tabla, se indican las razones por las cuales no se tienen registro de niveles en puntos y fechas específicas, lo que se liga principalmente a no tener permiso para acceder, por indicación de CONAF, dada la presencia de flamencos en época de cortejo y de puesta.

Figura 5-34 Puntos de monitoreo de Niveles Limnimétricos, Sector Norte y Borde Este



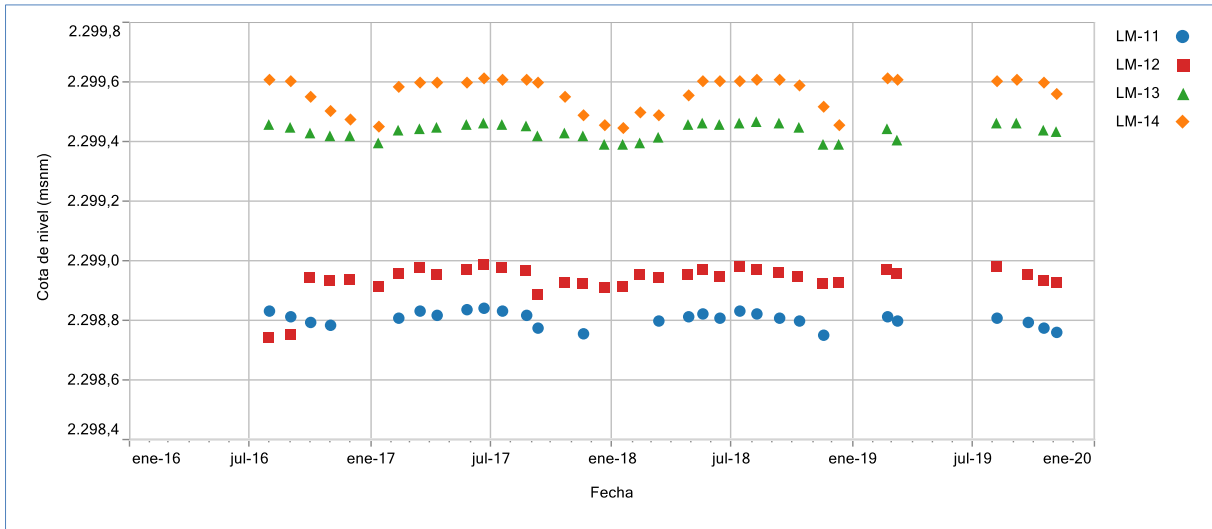
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-11 Resultados de Niveles Limnimétricos, Sector Norte y Borde Este

LM-11			LM-12			LM-13		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
09-01-2019	*	*	09-01-2019	*	*	09-01-2019	*	*
22-02-2019	1,054	2.298,811	22-02-2019	0,762	2.298,970	22-02-2019	0,937	2.299,439
09-03-2019	1,066	2.298,799	09-03-2019	0,778	2.298,954	09-03-2019	0,974	2.299,402
05-04-2019	**	**	05-04-2019	**	**	05-04-2019	**	***
07-05-2019	**	**	07-05-2019	**	**	07-05-2019	**	***
11-06-2019	**	**	11-06-2019	**	**	11-06-2019	**	***
10-07-2019	**	**	10-07-2019	**	**	10-07-2019	**	***
06-08-2019	1,057	2.298,808	06-08-2019	0,755	2.298,977	06-08-2019	0,916	2.299,460
23-09-2019	1,073	2.298,792	23-09-2019	0,782	2.298,950	06-09-2019	0,918	2.299,458
16-10-2019	1,091	2.298,774	16-10-2019	0,803	2.298,929	16-10-2019	0,938	2.299,438
06-11-2019	1,104	2.298,761	06-11-2019	0,807	2.298,925	06-11-2019	0,947	2.299,429
04-12-2019	*	*	04-12-2019	*	*	04-12-2019	*	*
LM-14								
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)						
09-01-2019	*	*						
22-02-2019	0,884	2.299,612						
09-03-2019	0,889	2.299,607						
05-04-2019	***	***						
07-05-2019	***	***						
11-06-2019	***	***						
10-07-2019	***	***						
06-08-2019	0,892	2.299,604						
06-09-2019	0,890	2.299,606						
16-10-2019	0,896	2.299,600						
06-11-2019	0,935	2.299,561						
04-12-2019	*	*						

No monitoreado por: *Presencia de flamencos; **Sin autorización Comunidad Toconao; *** Sin autorización de CONAF.
 Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-35 Variación Temporal de Niveles Limnómetros, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

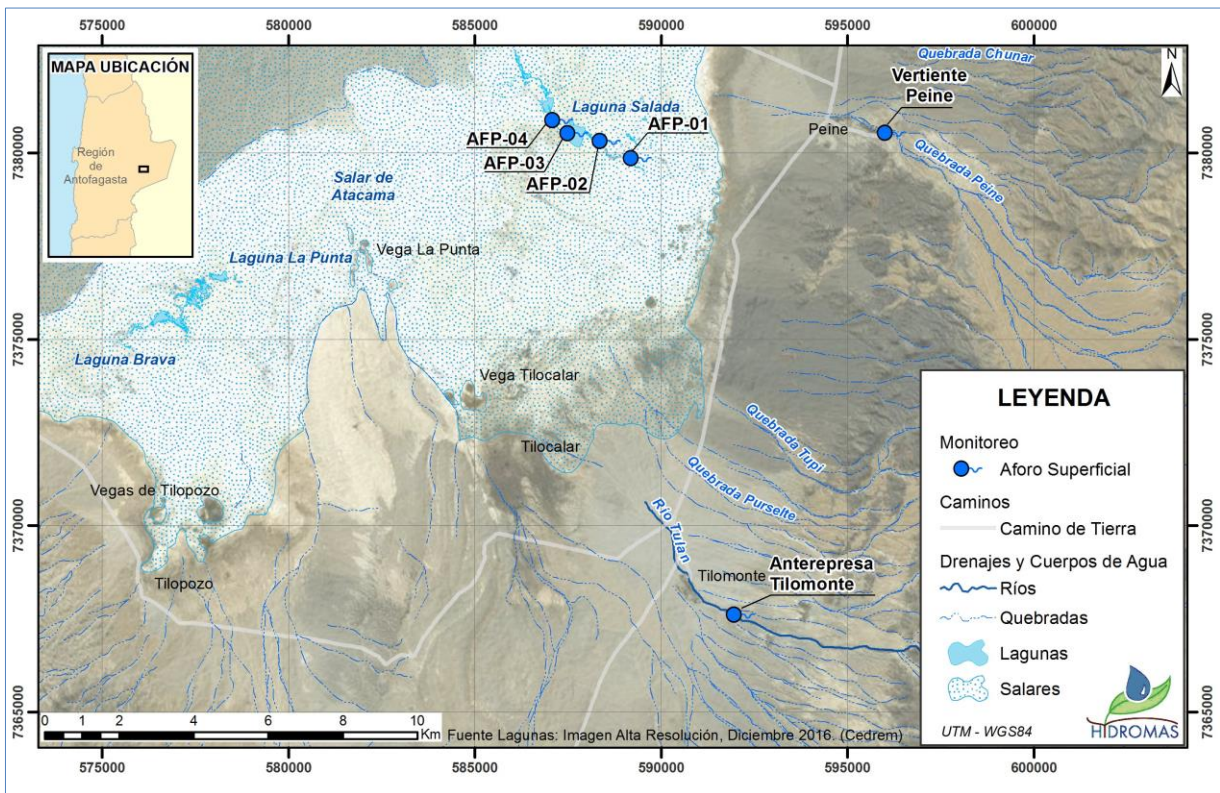
Los puntos LM-11 y LM-12 se encuentran en el sistema lagunar Soncor, en Barros Negros y Chaxas, respectivamente, mientras que los puntos LM-13 y LM-14 se encuentran en el sistema lagunar Aguas de Quelana.

Se observa sincronía en los descensos y aumentos de niveles en los puntos ubicados en cada sistema lagunar, con descensos en verano y recuperación en invierno, manteniendo una tendencia general estable en su comportamiento histórico.

5.5 Caudales Superficiales

El Sistema Lagunar de Peine, conformado por las lagunas Salada, Saladita e Interna, es monitoreado mediante aforos de caudales superficiales en cuatro puntos, AFP-01, AFP-02, AFP-03 y AFP-04, ubicados a lo largo del sistema lagunar, desde aguas arriba a aguas abajo en el sentido sureste – noroeste. Además, en este sector también se monitorean los caudales en dos puntos ubicados en vertientes provenientes de la cordillera, denominados Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine. En la Figura 5-36 se muestra la ubicación de los puntos de aforo comprometidos.

Figura 5-36 Ubicación Puntos de Aforo



Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe indicar que en el EIA el punto “Vertiente Peine” fue llamado “AFP-00”, por lo tanto, corresponden al mismo punto, lo que se debe tener en consideración al momento del análisis integrado de la información.

Los caudales aforados en las campañas realizadas durante el 2019, para los distintos puntos de monitoreo se muestran en la Tabla 5-12.

Tabla 5-12 Caudales aforados 2019

Puntos	Sector	Marzo		Junio		Agosto		Diciembre	
		Día	Caudal L/s	Día	Caudal L/s	Día	Caudal L/s	Día	Caudal L/s
AFP-01	Peine	5	39,54	4	36,42	7	37,42	2	30,72
AFP-02	Peine	5	33,68	4	33,71	25	34,18	2	17,24
AFP-03	Peine	5	*	4	23,43	7	*	2	*
AFP-04	Peine	5	19,62	4	31,93	7	27,03	2	9,38
Anterempresa Tilomonte	Peine	7	41,9	13	52,9	26	54,78	10	31,12
Vertiente Peine	Norte y Borde Este	7	15,18	29	9,68	26	8,44	10	8,38

*No se realiza aforo por presencia de flamencos en cortejo o nidificación.
 Fuente: Elaboración propia.

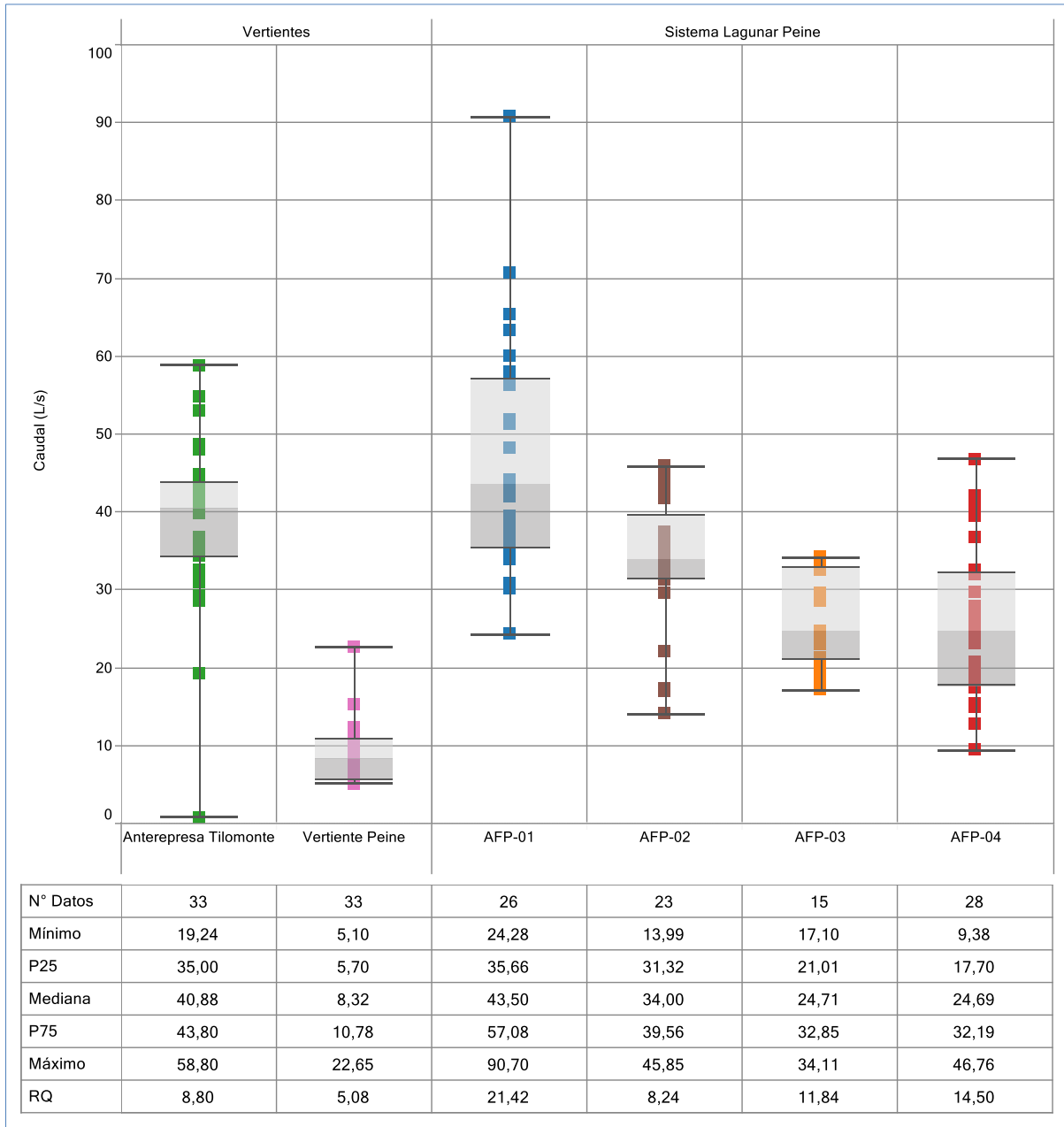
En la Figura 5-37 se muestran los resultados de aforos a través de gráficos de caja y bigote para cada punto de monitoreo, incluyendo los caudales históricos aforados, desde 2014. En ellos se presentan los caudales mínimo y máximo registrado en cada punto de monitoreo, lo que coincide con los bigotes, los percentiles 25 y 75%, que coinciden con los límites inferior y superior de cada caja, respectivamente. La línea media de la caja en colores grises, representa el valor de la mediana del caudal aforado en cada punto de monitoreo. Además, se incluye una tabla resumen con los estadígrafos calculados para cada punto de monitoreo, considerando el registro histórico 2014 a 2019. Se debe indicar que el punto de aforo Anterempresa Tilomonte registra un valor mínimo de 0,8 L/s (octubre de 2015), como se presenta en el gráfico de cajas. Dicho valor se considera anómalo por lo que se quitó de la serie de datos utilizados para determinar los estadígrafos, pero se mantuvo en el gráfico para evidenciar su presencia.

Este tipo de gráfico permite, además, ver la evolución espacial de los caudales aforados en el Sistema Lagunar de Peine, ya que se han ordenados los puntos de monitoreo de aguas arriba a aguas abajo. En esa misma línea, se puede indicar que los mayores caudales aforados se presentan en la entrada del sistema lagunar Peine, siendo la mediana para el punto AFP-01 de 43,5 L/s, y los caudales van disminuyendo hacia el punto AFP-04 con una mediana de 24,69 L/s.

Por otra parte, se tiene que casi la totalidad de los caudales aforados durante 2019 en las estaciones AFP fueron menores a la mediana histórica, considerando el periodo 2014 a 2018²⁹, salvo los registros de junio y agosto en el punto de monitoreo AFP-04. También, se tiene que los puntos que presentan una mayor dispersión en sus caudales corresponden a Anterempresa Tilomonte y AFP-04 para vertientes y puntos de monitoreo en lagunas, respectivamente.

²⁹ Mediana histórica (2014 – 2018): AFP-01: 49,67 L/s; AFP-02: 34,73 L/s; AFP-03: 26,66 L/s; AFP-04: 24,69 L/s; A. Tilomonte: 39,99 L/s; V. Peine: 6,63 L/s.

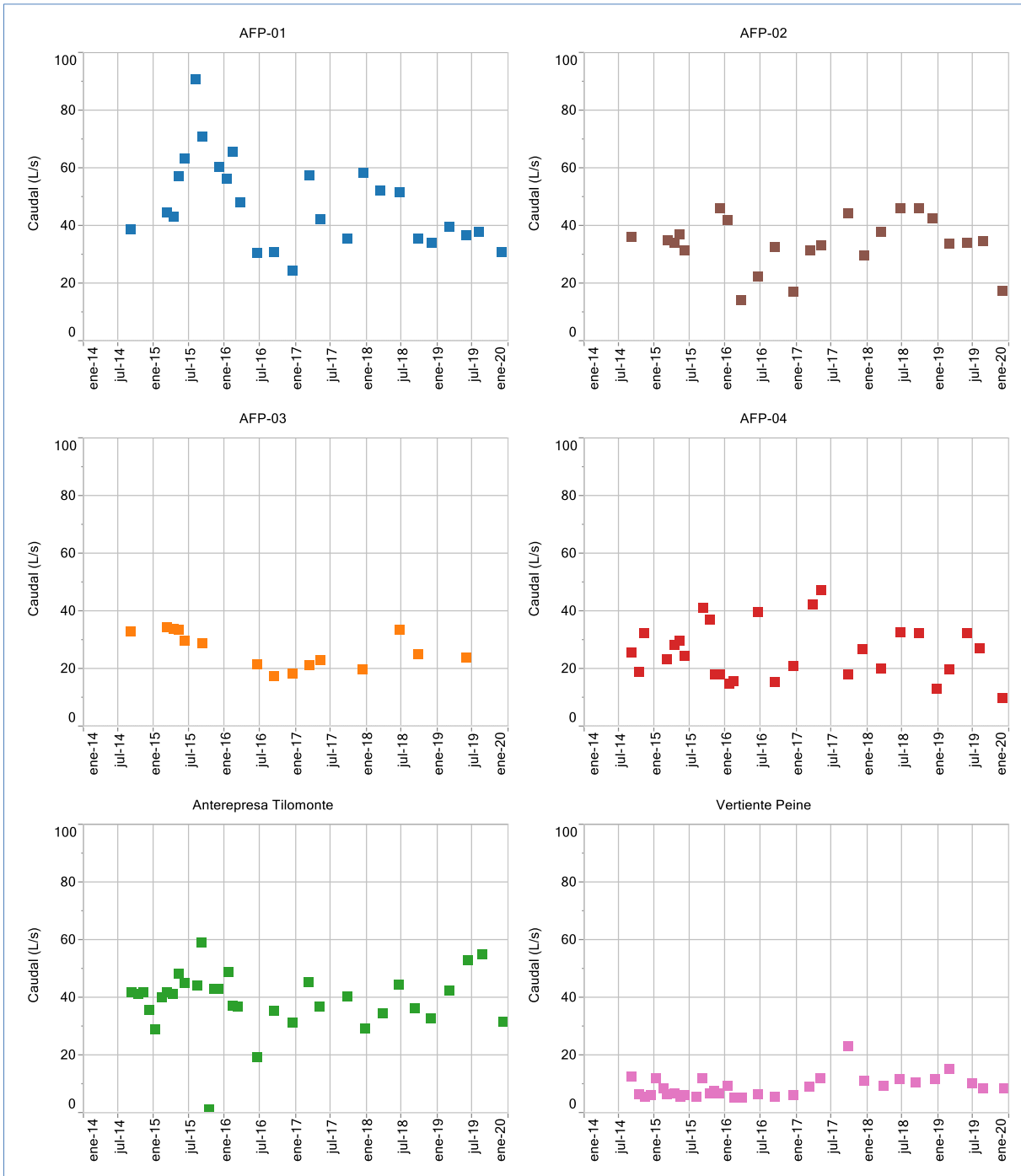
Figura 5-37 Variación Espacial y Diagrama de Cajas Caudales Aforados



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-38, se presentan las gráficas con la evolución histórica (periodo 2014 - 2019) de los caudales aforados en cada punto de monitoreo, mientras que el detalle completo de los registros históricos se presenta en el Anexo E de este Informe Anual.

Figura 5-38 Variación Temporal de Caudales superficiales Aforados



* Dato mínimo de aforo en punto Anterepresa Tilomonte (0,8 L/s de octubre de 2015) es considerado outlier o anómalo.
 Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la variación temporal de los caudales aforados, durante el año 2019 se observan caudales estables en AFP-01, siguiendo la misma tendencia desde mediados de 2018, pero con valores 2019 bajo la mediana histórica (2014 a septiembre de 2016) para este punto (49,67 l/s), bajo los 40 l/s.

En el caso de AFP-02 también se observan caudales estables en 2019, pero menores a los registrados en 2018, destacando el caudal de diciembre, que es casi la mitad de los caudales registrados en el resto del año. En el caso de AFP-03, se tiene un solo registro en 2019, el cual es muy similar a los registrados en 2018 y se encuentra del rango histórico para las mediones de este punto. Para AFP-04 se tienen caudales mas variables durante 2019, destacando el caudal registrado en diciembre por ser el caudal mínimo para todo el periodo de registro.

Respecto a caudales registrados en las vertientes cordilleranas, para Anterepresa Tilomonte se tiene un aumento del caudal en las tres primeras mediciones, destacando los caudales de junio y agosto por ser de los mas altos de su serie histórica. En el caso de Vertiente Peine, se tiene que los caudales 2019 presentan un comportamiento similar a los caudales de 2018, salvo en marzo donde se tiene una pequeña alza en el valor registrado. En general, la tendencia en los caudales de esta vertiente es estable.

En general, para todas las estaciones se observan durante 2019 valores que están dentro de la variabilidad natural y estacional de cada una de ellas, con valores mínimos en el mes de diciembre.

5.6 Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre

El análisis de los resultados de la variable niveles freáticos, tanto para el acuífero como para el Núcleo, se realiza en base a los datos levantados con frecuencia mensual, abordando los resultados y su análisis por sectores: La Punta-La Brava, Peine, Norte y Borde Este y Núcleo. Además, se añaden los datos correspondientes al monitoreo quincenal en los meses de enero, febrero, marzo y abril, asociados a la activación del PAT Fase I del sector de alerta Norte, y datos adicionales levantados internamente por ALB en el resto del año en puntos del PSAH, en caso que hubiese mas de una medición al mes por parte de ALB.

En las secciones 5.6.1 a 5.6.4, se presentan los resultados de las profundidades de agua medidas en cada punto y la cota respectiva del nivel de agua subterránea, en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m), para el año 2019, por sector. Es importante recordar que las profundidades medidas son siempre teniendo como punto de referencia la cota collar de cada pozo hasta el nivel de agua, como se indicó en el apartado 4.3.6.

Por otra parte, el registro histórico de niveles freáticos hasta diciembre de 2019, de todos los puntos de medición del PSAH, se presentan en el Anexo F de este Informe.

5.6.1 Sector La Punta-La Brava

En el Sector la Punta-La Brava se disponen 39 puntos de monitoreo de niveles freáticos, los que se presentan en la Figura 5-39. Para facilitar la comprensión de los resultados gráficos y el análisis del Sector La Punta-La Brava, se agrupan los puntos en zonas, tal y como se muestra en la Tabla 5-13 y en los diferentes colores de las etiquetas de la Figura 5-39.

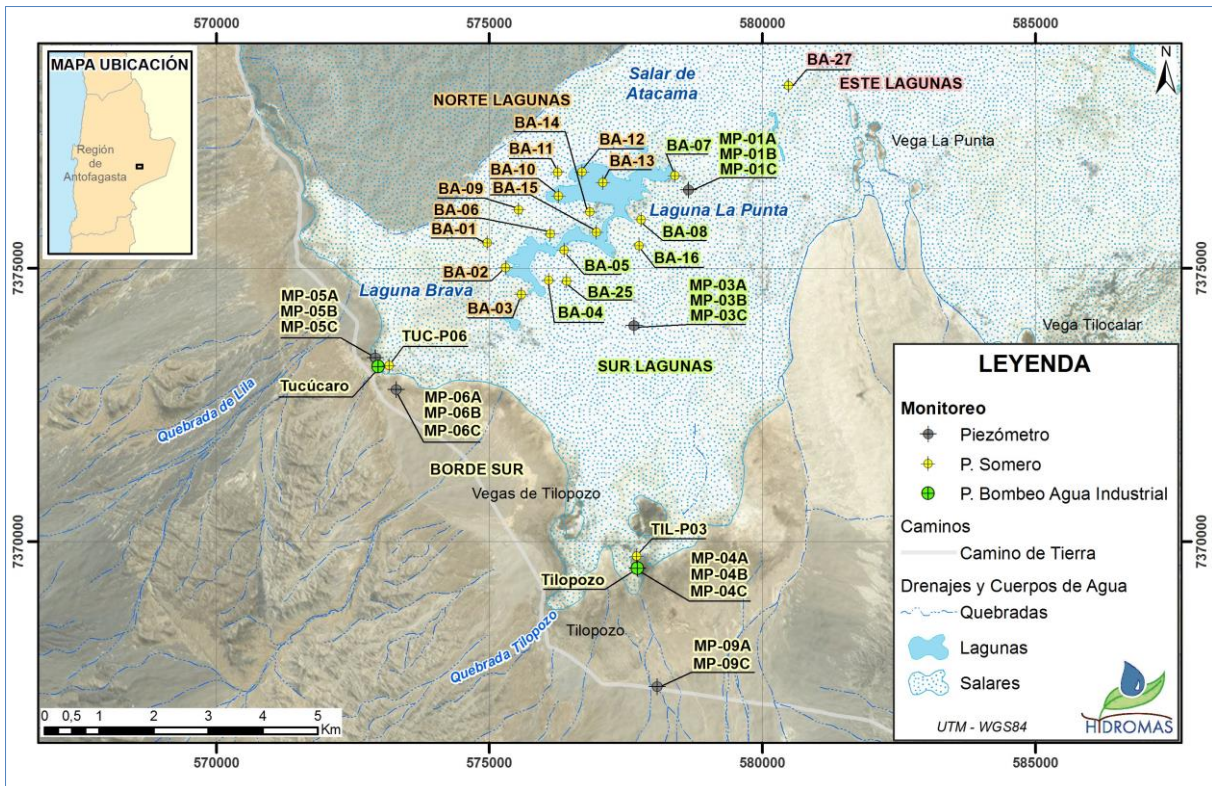
Se debe indicar que, en febrero de 2019, debido a las intensas lluvias registradas, lo que impidió el acceso a algunos puntos de monitoreo, no se pudo realizar la totalidad de las mediciones de nivel planificadas en todos los puntos del sector, completando en algunos casos sólo una medición y en otros, tales como BA-10, BA-12 y BA-13, no se pudo acceder en todo el mes. Los 3 puntos mencionados corresponden a Laguna La Punta. El resto de los pozos contó con al menos una medición en el mes. Lo anterior se indica en los registros de la Tabla 5-14.

Tabla 5-13 Pozos por zonas en Sector La Punta-La Brava

Zonas del Sector			
Borde Sur	Norte de las Lagunas	Sur de las Lagunas	Este Lagunas
MP-04A	BA-01	BA-04	BA-27
MP-04B	BA-02	BA-05	
MP-04C	BA-03	BA-07	
MP-05A	BA-06	BA-08	
MP-05B	BA-09	BA-16	
MP-05C	BA-10	BA-25	
MP-06A	BA-11	MP-01A	
MP-06B	BA-12	MP-01B	
MP-06C	BA-13	MP-01C	
MP-09A	BA-14	MP-03A	
MP-09C	BA-15	MP-03B	
TIL-P03		MP-03C	
Tilopozo			
TUC-P06			
Tucúcaro			

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-39 Puntos de medición de Nivel freático en la Sector Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5-14 se presentan los niveles freáticos medidos en este Sector en el año 2019, en profundidades medidas en cada pozo (referencia desde la cota collar hasta el nivel de agua) y la cota topográfica respectiva de nivel de aguas subterráneas.

Tabla 5-14 Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava

BA-01			BA-02			BA-03		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
03-01-2019	1,715	2.299,209	03-01-2019	1,765	2.299,604	03-01-2019	1,65	2.299,806
12-02-2019	1,432	2.299,492	12-02-2019	1,238	2.300,131	06-02-2019	**	**
23-02-2019	1,361	2.299,563	23-02-2019	1,32	2.300,049	23-02-2019	1,38	2.300,082
10-03-2019	1,306	2.299,618	10-03-2019	1,435	2.299,934	10-03-2019	1,46	2.300,001
26-03-2019	1,307	2.299,617	26-03-2019	1,501	2.299,868	26-03-2019	1,51	2.299,948
02-04-2019	1,313	2.299,611	02-04-2019	1,515	2.299,854	02-04-2019	1,52	2.299,935
18-04-2019	1,332	2.299,592	18-04-2019	1,527	2.299,842	18-04-2019	1,53	2.299,923
19-05-2019	1,357	2.299,567	19-05-2019	1,51	2.299,859	19-05-2019	1,50	2.299,958
15-06-2019	1,371	2.299,553	15-06-2019	1,471	2.299,898	15-06-2019	1,46	2.299,995
16-07-2019	1,375	2.299,549	16-07-2019	1,417	2.299,952	16-07-2019	1,43	2.300,027
13-08-2019	1,38	2.299,544	13-08-2019	1,405	2.299,964	13-08-2019	1,43	2.300,032
19-09-2019	1,398	2.299,526	10-09-2019	1,436	2.299,933	10-09-2019	1,43	2.300,025
19-10-2019	1,426	2.299,498	19-10-2019	1,533	2.299,836	19-10-2019	1,52	2.299,939
09-11-2019	1,454	2.299,470	09-11-2019	1,58	2.299,789	09-11-2019	1,55	2.299,903
06-12-2019	1,493	2.299,431	06-12-2019	1,627	2.299,742	06-12-2019	1,59	2.299,871
BA-04			BA-05*			BA-06		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
16-01-2019	1,143	2.300,203	05-01-2019	0,953	2.300,132	16-01-2019	1,676	2.299,729
05-02-2019	**	**	26-01-2019	0,948	2.300,137	27-02-2019	1,385	2.300,020
27-02-2019	1,144	2.300,202	07-02-2019	**	**	06-03-2019	1,42	2.299,985
06-03-2019	1,164	2.300,182	20-02-2019	0,903	2.300,182	20-03-2019	1,481	2.299,924
20-03-2019	1,166	2.300,180	06-03-2019	0,956	2.300,129	03-04-2019	1,517	2.299,888
03-04-2019	1,15	2.300,196	19-03-2019	0,962	2.300,123	17-04-2019	1,506	2.299,899
17-04-2019	1,134	2.300,212	26-03-2019	0,956	2.300,129	17-05-2019	1,44	2.299,965
17-05-2019	1,114	2.300,232	03-04-2019	0,946	2.300,139	16-06-2019	1,411	2.299,994
16-06-2019	1,084	2.300,262	24-04-2019	0,933	2.300,152	26-07-2019	1,397	2.300,008
26-07-2019	1,083	2.300,263	05-05-2019	0,921	2.300,164	20-08-2019	1,396	2.300,009
20-08-2019	1,082	2.300,264	17-05-2019	0,915	2.300,170	09-09-2019	1,406	2.299,999
09-09-2019	1,081	2.300,265	28-05-2019	0,908	2.300,177	19-10-2019	1,47	2.299,935
09-10-2019	1,126	2.300,220	06-06-2019	0,9	2.300,185	08-11-2019	1,526	2.299,879
08-11-2019	1,138	2.300,208	16-06-2019	0,894	2.300,191	07-12-2019	1,586	2.299,819
07-12-2019	1,15	2.300,196	26-06-2019	0,888	2.300,197			
			03-07-2019	0,885	2.300,200			
			13-07-2019	0,886	2.300,199			
			26-07-2019	0,886	2.300,199			
			12-08-2019	0,884	2.300,201			
			20-08-2019	0,889	2.300,196			
			29-08-2019	0,891	2.300,194			
			09-09-2019	0,891	2.300,194			
			18-09-2019	0,906	2.300,179			
			25-09-2019	0,919	2.300,166			
			09-10-2019	0,926	2.300,159			
			18-10-2019	0,932	2.300,158			
			29-10-2019	0,932	2.300,153			
			08-11-2019	0,934	2.300,151			
			07-12-2019	0,946	2.300,139			
			20-12-2019	0,945	2.300,140			
			26-12-2019	0,947	2.300,138			

Tabla 5-14 (cont) Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava

BA-07*			BA-08			BA-09		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
05-01-2019	0,92	2.299,961	16-01-2019	0,773	2.300,376	03-01-2019	1,606	2.299,181
26-01-2019	0,924	2.299,957	05-02-2019	**	**	06-02-2019	**	**
07-02-2019	**	**	27-02-2019	0,782	2.300,367	23-02-2019	1,317	2.299,470
20-02-2019	0,781	2.300,100	06-03-2019	0,817	2.300,332	10-03-2019	1,229	2.299,558
06-03-2019	0,848	2.300,033	20-03-2019	0,82	2.300,329	26-03-2019	1,211	2.299,576
19-03-2019	0,858	2.300,023	03-04-2019	0,8	2.300,349	02-04-2019	1,215	2.299,572
26-03-2019	0,852	2.300,029	17-04-2019	0,77	2.300,379	18-04-2019	1,236	2.299,551
03-04-2019	0,85	2.300,031	17-05-2019	0,745	2.300,404	19-05-2019	1,263	2.299,524
17-04-2019	0,83	2.300,051	26-06-2019	0,715	2.300,434	15-06-2019	1,272	2.299,515
24-04-2019	0,828	2.300,053	26-07-2019	0,716	2.300,433	16-07-2019	1,261	2.299,526
05-05-2019	0,823	2.300,058	20-08-2019	0,719	2.300,430	13-08-2019	1,26	2.299,527
17-05-2019	0,813	2.300,068	09-09-2019	0,716	2.300,433	13-09-2019	1,278	2.299,509
28-05-2019	0,806	2.300,075	09-10-2019	0,762	2.300,387	19-10-2019	1,309	2.299,478
06-06-2019	0,795	2.300,086	08-11-2019	0,782	2.300,367	09-11-2019	1,432	2.299,355
16-06-2019	0,788	2.300,093	07-12-2019	0,801	2.300,348	21-12-2019	1,408	2.299,379
26-06-2019	0,783	2.300,098						
03-07-2019	0,783	2.300,098						
13-07-2019	0,784	2.300,097						
26-07-2019	0,786	2.300,095						
12-08-2019	0,79	2.300,091						
20-08-2019	0,789	2.300,092						
29-08-2019	0,797	2.300,084						
09-09-2019	0,794	2.300,087						
18-09-2019	0,816	2.300,065						
25-09-2019	0,828	2.300,053						
09-10-2019	0,837	2.300,044						
18-10-2019	0,857	2.300,031						
29-10-2019	0,857	2.300,024						
08-11-2019	0,858	2.300,023						
19-11-2019	0,865	2.300,016						
07-12-2019	0,879	2.300,002						
20-12-2019	0,883	2.299,998						
26-12-2019	0,881	2.300,000						
BA-10			BA-11			BA-12		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
03-01-2019	1,389	2.299,402	03-01-2019	1,874	2.299,054	03-01-2019	1,689	2.299,310
06-02-2019	**	**	06-02-2019	**	**	06-02-2019	**	**
23-02-2019	**	**	23-02-2019	1,205	2.299,723	23-02-2019	**	**
10-03-2019	1,003	2.299,788	10-03-2019	1,281	2.299,647	10-03-2019	1,253	2.299,746
26-03-2019	1,078	2.299,713	26-03-2019	1,371	2.299,557	26-03-2019	1,34	2.299,659
02-04-2019	1,096	2.299,695	02-04-2019	1,395	2.299,533	02-04-2019	1,355	2.299,644
18-04-2019	1,121	2.299,670	18-04-2019	1,432	2.299,496	18-04-2019	1,356	2.299,643
19-05-2019	1,103	2.299,688	19-05-2019	1,457	2.299,471	19-05-2019	1,302	2.299,697
15-06-2019	1,032	2.299,759	15-06-2019	1,436	2.299,492	15-06-2019	1,237	2.299,762
16-07-2019	0,965	2.299,826	16-07-2019	1,381	2.299,547	16-07-2019	1,203	2.299,796
13-08-2019	0,968	2.299,823	13-08-2019	1,394	2.299,534	13-08-2019	1,217	2.299,782
10-09-2019	1,03	2.299,761	10-09-2019	1,448	2.299,480	10-09-2019	1,274	2.299,725
19-10-2019	1,123	2.299,668	19-10-2019	1,535	2.299,393	19-10-2019	1,389	2.299,610
09-11-2019	1,17	2.299,621	09-11-2019	1,577	2.299,351	09-11-2019	1,434	2.299,565
07-12-2019	1,223	2.299,568	07-12-2019	1,624	2.299,304	07-12-2019	1,488	2.299,511

Tabla 5-14 (cont) Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava

BA-13			BA-14			BA-15		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
03-01-2019	1,458	2.299,626	16-01-2019	1,468	2.299,907	16-01-2019	1,195	2.299,937
06-02-2019	**	**	25-02-2019	**	**	05-02-2019	**	**
23-02-2019	**	**	27-02-2019	1,315	2.300,060	27-02-2019	1,124	2.300,008
10-03-2019	1,273	2.299,811	06-03-2019	1,348	2.300,027	06-03-2019	1,149	2.299,983
26-03-2019	1,304	2.299,780	20-03-2019	1,389	2.299,986	20-03-2019	1,176	2.299,956
02-04-2019	1,303	2.299,781	03-04-2019	1,398	2.299,977	03-04-2019	1,171	2.299,961
18-04-2019	1,263	2.299,821	18-04-2019	1,385	2.299,990	18-04-2019	1,16	2.299,972
19-05-2019	1,217	2.299,867	17-05-2019	1,347	2.300,028	17-05-2019	1,148	2.299,984
15-06-2019	1,178	2.299,906	26-06-2019	1,324	2.300,051	26-06-2019	1,106	2.300,026
16-07-2019	1,18	2.299,904	26-07-2019	1,321	2.300,054	26-07-2019	1,106	2.300,026
13-08-2019	1,185	2.299,899	20-08-2019	1,322	2.300,053	20-08-2019	1,11	2.300,022
10-09-2019	1,195	2.299,889	09-09-2019	1,334	2.300,041	09-09-2019	1,118	2.300,014
19-10-2019	1,28	2.299,804	10-10-2019	1,373	2.300,002	10-10-2019	1,154	2.299,978
09-11-2019	1,312	2.299,772	19-11-2019	1,411	2.299,964	19-11-2019	1,017	2.300,115
07-12-2019	1,345	2.299,739	20-12-2019	1,439	2.299,936	20-12-2019	1,189	2.299,943
BA-16*			BA-25			BA-27		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
05-01-2019	0,936	2.300,841	16-01-2019	1,195	2.300,277	29-01-2019	1,284	2.300,191
26-01-2019	0,938	2.300,839	01-02-2019	**	**	13-02-2019	**	**
07-02-2019	**	**	06-03-2019	1,202	2.300,270	28-02-2019	0,929	2.300,546
20-02-2019	0,898	2.300,879	20-03-2019	1,204	2.300,268	09-03-2019	0,971	2.300,504
06-03-2019	0,974	2.300,803	03-04-2019	1,198	2.300,274	19-03-2019	1,014	2.300,461
19-03-2019	0,975	2.300,802	17-04-2019	1,191	2.300,281	07-04-2019	1,072	2.300,403
03-04-2019	0,961	2.300,816	17-05-2019	1,188	2.300,284	24-04-2019	1,107	2.300,368
17-04-2019	0,943	2.300,834	16-06-2019	1,18	2.300,292	21-05-2019	1,124	2.300,351
24-04-2019	0,94	2.300,837	26-07-2019	1,181	2.300,291	15-06-2019	1,131	2.300,344
05-05-2019	0,931	2.300,846	20-08-2019	1,18	2.300,292	24-07-2019	1,124	2.300,351
17-05-2019	0,923	2.300,854	09-09-2019	1,181	2.300,291	21-08-2019	1,123	2.300,352
28-05-2019	0,919	2.300,858	19-10-2019	1,141	2.300,331	19-09-2019	1,122	2.300,353
06-06-2019	0,907	2.300,870	08-11-2019	1,194	2.300,278	29-10-2019	1,135	2.300,340
16-06-2019	0,898	2.300,879	07-12-2019	1,199	2.300,273	01-11-2019	***	***
26-06-2019	0,9	2.300,877				21-12-2019	1,161	2.300,314
03-07-2019	0,898	2.300,879						
13-07-2019	0,899	2.300,878						
26-07-2019	0,903	2.300,874						
12-08-2019	0,902	2.300,875						
20-08-2019	0,904	2.300,873						
29-08-2019	0,907	2.300,870						
09-09-2019	0,896	2.300,881						
18-09-2019	0,918	2.300,859						
25-09-2019	0,929	2.300,848						
09-10-2019	0,932	2.300,845						
18-10-2019	0,944	2.300,838						
08-11-2019	0,944	2.300,833						
07-12-2019	0,953	2.300,824						
20-12-2019	0,955	2.300,822						
26-12-2019	0,954	2.300,823						

Tabla 5-14 (cont) Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava

MP-01A			MP-01B			MP-01C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
08-01-2019	0,535	2.300,691	08-01-2019	0,469	2.300,723	08-01-2019	0,605	2.300,629
05-02-2019	**	**	05-02-2019	**	**	05-02-2019	**	**
20-02-2019	0,457	2.300,769	20-02-2019	0,272	2.300,920	20-02-2019	0,598	2.300,636
08-03-2019	0,501	2.300,725	08-03-2019	0,343	2.300,849	08-03-2019	0,611	2.300,623
19-03-2019	0,509	2.300,717	19-03-2019	0,366	2.300,826	19-03-2019	0,61	2.300,624
03-04-2019	0,496	2.300,730	03-04-2019	0,367	2.300,825	03-04-2019	0,607	2.300,627
17-04-2019	0,489	2.300,737	17-04-2019	0,434	2.300,758	17-04-2019	0,603	2.300,631
28-05-2019	0,464	2.300,762	28-05-2019	0,315	2.300,877	28-05-2019	0,588	2.300,646
16-06-2019	0,451	2.300,775	16-06-2019	0,283	2.300,909	16-06-2019	0,588	2.300,646
10-07-2019	0,445	2.300,781	10-07-2019	0,286	2.300,906	13-07-2019	0,589	2.300,645
20-08-2019	0,444	2.300,782	20-08-2019	0,286	2.300,906	20-08-2019	0,589	2.300,645
09-09-2019	0,444	2.300,782	09-09-2019	0,285	2.300,907	09-09-2019	0,593	2.300,641
09-10-2019	0,482	2.300,744	09-10-2019	0,313	2.300,879	09-10-2019	0,6	2.300,634
08-11-2019	0,493	2.300,733	08-11-2019	0,329	2.300,863	08-11-2019	0,611	2.300,623
07-12-2019	0,512	2.300,714	07-12-2019	0,343	2.300,849	07-12-2019	0,614	2.300,620
MP-03A			MP-03B			MP-03C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
08-01-2019	0,827	2.301,817	08-01-2019	0,692	2.301,942	08-01-2019	0,657	2.301,987
05-02-2019	**	**	05-02-2019	**	**	05-02-2019	**	**
20-02-2019	0,781	2.301,863	20-02-2019	0,588	2.302,046	20-02-2019	0,573	2.302,071
08-03-2019	0,888	2.301,756	08-03-2019	0,701	2.301,933	08-03-2019	0,684	2.301,960
19-03-2019	0,908	2.301,736	16-03-2019	0,594	2.302,040	19-03-2019	0,703	2.301,941
03-04-2019	0,89	2.301,754	19-03-2019	0,722	2.301,912	03-04-2019	0,694	2.301,950
17-04-2019	0,850	2.301,794	03-04-2019	0,711	2.301,923	17-04-2019	0,669	2.301,975
28-05-2019	0,749	2.301,895	17-04-2019	0,685	2.301,949	28-05-2019	0,616	2.302,028
16-06-2019	0,700	2.301,944	28-05-2019	0,628	2.302,006	10-07-2019	0,576	2.302,068
10-07-2019	0,694	2.301,950	10-07-2019	0,582	2.302,052	20-08-2019	0,581	2.302,063
20-08-2019	0,603	2.302,041	20-08-2019	0,585	2.302,049	09-09-2019	0,576	2.302,068
09-09-2019	0,599	2.302,045	09-09-2019	0,579	2.302,055	09-10-2019	0,623	2.302,021
09-10-2019	0,662	2.301,982	09-10-2019	0,628	2.302,006	09-11-2019	0,682	2.301,962
09-11-2019	0,654	2.301,990	09-11-2019	0,669	2.301,965	07-12-2019	0,68	2.301,964
07-12-2019	0,709	2.301,935	07-12-2019	0,69	2.301,944			
MP-04A			MP-04B			MP-04C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
10-01-2019	1,043	2.307,604	10-01-2019	9,597	2.298,932	10-01-2019	1,138	2.307,473
14-02-2019	0,991	2.307,656	14-02-2019	9,54	2.298,989	14-02-2019	1,01	2.307,601
23-02-2019	0,932	2.307,715	23-02-2019	9,518	2.299,011	23-02-2019	1,025	2.307,586
06-03-2019	0,95	2.307,697	06-03-2019	9,574	2.298,955	06-03-2019	1,039	2.307,572
20-03-2019	0,963	2.307,684	20-03-2019	9,64	2.298,889	20-03-2019	1,056	2.307,555
06-04-2019	0,972	2.307,675	06-04-2019	9,563	2.298,966	06-04-2019	1,067	2.307,544
21-04-2019	0,974	2.307,673	21-04-2019	9,631	2.298,898	21-04-2019	1,07	2.307,541
08-05-2019	0,974	2.307,673	08-05-2019	9,581	2.298,948	08-05-2019	1,07	2.307,541
28-06-2019	0,966	2.307,681	28-06-2019	9,505	2.299,024	28-06-2019	1,066	2.307,545
11-07-2019	0,971	2.307,676	11-07-2019	9,486	2.299,043	11-07-2019	1,068	2.307,543
23-08-2019	0,972	2.307,675	23-08-2019	9,524	2.299,005	23-08-2019	1,068	2.307,543
29-09-2019	0,992	2.307,655	29-09-2019	9,449	2.299,080	29-09-2019	1,088	2.307,523
13-10-2019	0,995	2.307,652	13-10-2019	9,433	2.299,096	13-10-2019	1,092	2.307,519
21-11-2019	1,036	2.307,611	21-11-2019	8,257	2.300,272	21-11-2019	1,134	2.307,477
23-12-2019	1,033	2.307,614	23-12-2019	7,538	2.300,991	23-12-2019	1,143	2.307,468

Tabla 5-14 (cont) Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava

MP-05A			MP-05B			MP-05C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
10-01-2019	1,701	2.301,541	10-01-2019	3,611	2.299,626	10-01-2019	1,457	2.301,762
14-02-2019	0,99	2.302,252	14-02-2019	3,477	2.299,760	14-02-2019	0,742	2.302,477
23-02-2019	1,174	2.302,068	23-02-2019	3,481	2.299,756	23-02-2019	0,98	2.302,239
06-03-2019	1,23	2.302,012	06-03-2019	3,52	2.299,717	06-03-2019	1,113	2.302,106
20-03-2019	1,355	2.301,887	20-03-2019	3,569	2.299,668	20-03-2019	1,236	2.301,983
06-04-2019	1,365	2.301,877	06-04-2019	3,564	2.299,673	06-04-2019	1,103	2.302,116
19-04-2019	1,356	2.301,886	19-04-2019	3,6	2.299,637	19-04-2019	1,123	2.302,096
08-05-2019	1,367	2.301,875	08-05-2019	3,591	2.299,646	08-05-2019	1,178	2.302,041
28-06-2019	1,261	2.301,981	28-06-2019	3,585	2.299,652	28-06-2019	0,948	2.302,271
11-07-2019	1,263	2.301,979	11-07-2019	3,592	2.299,645	11-07-2019	0,987	2.302,232
23-08-2019	1,264	2.301,978	23-08-2019	3,621	2.299,616	23-08-2019	1,001	2.302,218
29-09-2019	1,321	2.301,921	29-09-2019	3,629	2.299,608	29-09-2019	1,035	2.302,184
13-10-2019	1,361	2.301,881	13-10-2019	3,63	2.299,607	13-10-2019	1,018	2.302,201
21-11-2019	1,543	2.301,699	21-11-2019	3,712	2.299,525	21-11-2019	1,192	2.302,027
23-12-2019	1,639	2.301,603	23-12-2019	3,714	2.299,523	23-12-2019	1,293	2.301,926
MP-06A			MP-06B			MP-06C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
10-01-2019	1,625	2.303,631	10-01-2019	1,371	2.303,868	10-01-2019	1,637	2.303,642
14-02-2019	1,28	2.303,976	14-02-2019	1,187	2.304,052	14-02-2019	1,289	2.303,990
23-02-2019	1,303	2.303,953	23-02-2019	1,112	2.304,127	23-02-2019	1,32	2.303,959
06-03-2019	1,327	2.303,929	06-03-2019	1,125	2.304,114	06-03-2019	1,339	2.303,940
21-03-2019	1,315	2.303,941	21-03-2019	1,096	2.304,143	21-03-2019	1,325	2.303,954
06-04-2019	1,341	2.303,915	06-04-2019	1,073	2.304,166	06-04-2019	1,352	2.303,927
19-04-2019	1,348	2.303,908	19-04-2019	1,181	2.304,058	19-04-2019	1,357	2.303,922
08-05-2019	1,355	2.303,901	08-05-2019	1,14	2.304,099	08-05-2019	1,365	2.303,914
28-06-2019	1,371	2.303,885	28-06-2019	1,155	2.304,084	28-06-2019	1,383	2.303,896
11-07-2019	1,374	2.303,882	11-07-2019	1,141	2.304,098	11-07-2019	1,386	2.303,893
23-08-2019	1,347	2.303,909	23-08-2019	1,322	2.303,917	23-08-2019	1,36	2.303,919
29-09-2019	1,37	2.303,886	29-09-2019	1,345	2.303,894	29-09-2019	1,38	2.303,899
13-10-2019	1,378	2.303,878	13-10-2019	1,249	2.303,990	13-10-2019	1,387	2.303,892
21-11-2019	1,406	2.303,850	21-11-2019	1,349	2.303,890	21-11-2019	1,42	2.303,859
23-12-2019	1,429	2.303,827	23-12-2019	1,376	2.303,863	23-12-2019	1,442	2.303,837
MP-09A			MP-09C			TIL-P03		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
10-01-2019	9,289	2.309,143	10-01-2019	9,077	2.309,184	27-01-2019	1,078	2.305,455
06-02-2019	**	**	06-02-2019	**	**	14-02-2019	0,643	2.305,890
23-02-2019	9,205	2.309,227	23-02-2019	8,993	2.309,268	23-02-2019	0,727	2.305,806
06-03-2019	9,205	2.309,227	06-03-2019	8,994	2.309,267	06-03-2019	0,803	2.305,730
21-03-2019	9,208	2.309,224	21-03-2019	8,995	2.309,266	21-03-2019	0,865	2.305,668
06-04-2019	9,209	2.309,223	06-04-2019	8,997	2.309,264	06-04-2019	0,883	2.305,650
19-04-2019	9,206	2.309,226	19-04-2019	8,995	2.309,266	21-04-2019	0,915	2.305,618
08-05-2019	9,211	2.309,221	08-05-2019	9,000	2.309,261	08-05-2019	0,876	2.305,657
28-06-2019	9,224	2.309,208	28-06-2019	9,013	2.309,248	28-06-2019	0,774	2.305,759
11-07-2019	9,228	2.309,204	11-07-2019	9,014	2.309,247	28-07-2019	0,764	2.305,769
23-08-2019	9,228	2.309,204	23-08-2019	9,015	2.309,246	29-08-2019	0,772	2.305,761
29-09-2019	9,234	2.309,198	29-09-2019	9,025	2.309,236	29-09-2019	0,837	2.305,696
13-10-2019	9,236	2.309,196	13-10-2019	9,024	2.309,237	19-10-2019	0,877	2.305,656
05-11-2019	9,252	2.309,180	05-11-2019	9,039	2.309,222	21-11-2019	0,978	2.305,555
23-12-2019	9,273	2.309,159	23-12-2019	9,06	2.309,201	23-12-2019	1,034	2.305,499

Tabla 5-14 (cont) Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava

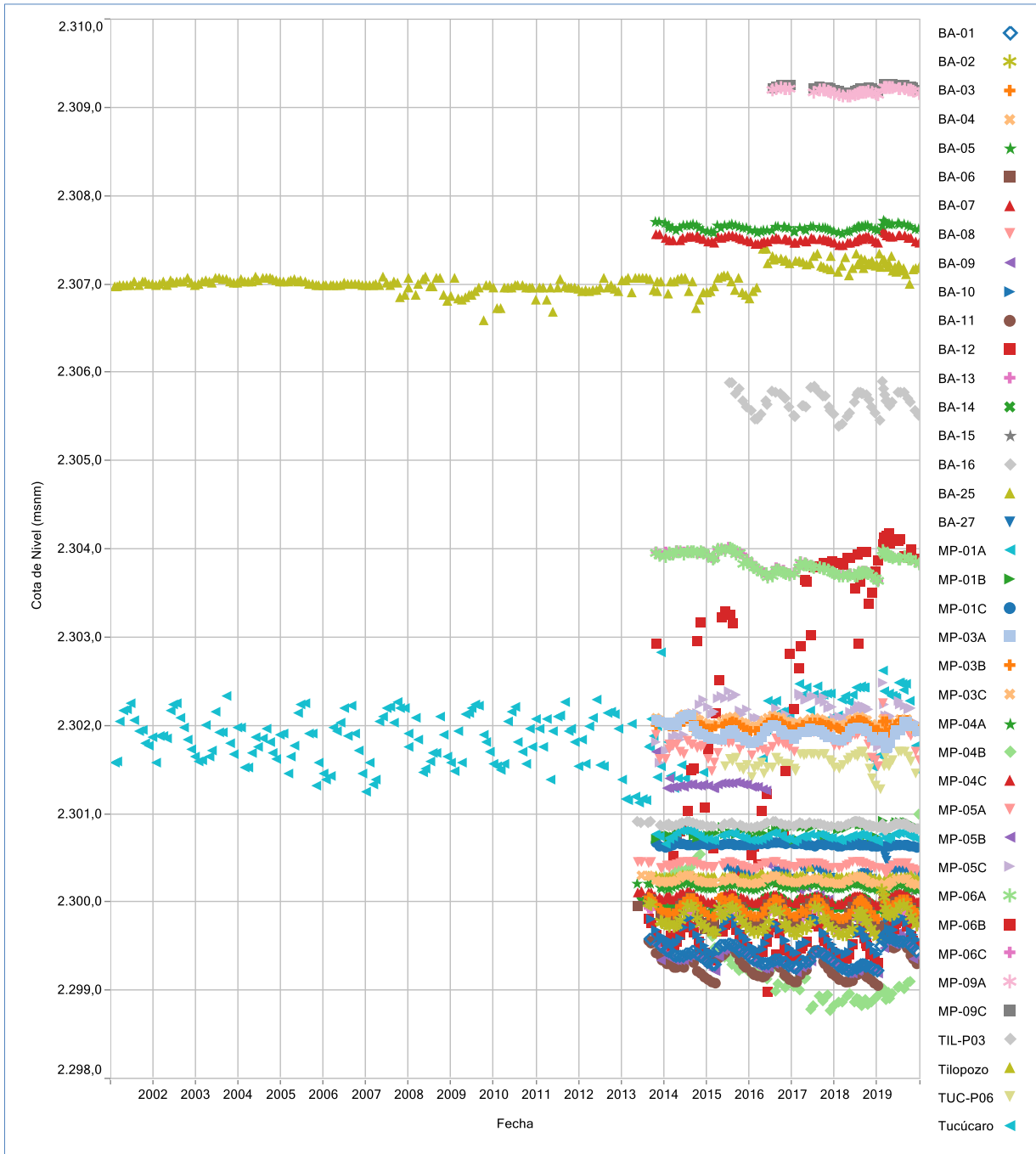
Tilopozo			TUC-P06			TUC-P06		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
14-01-2019	0,762	2.307,337	30-01-2019	1,147	2.301,268	30-01-2019	1,147	2.301,268
30-01-2019	0,906	2.307,193	14-02-2019	0,484	2.301,931	14-02-2019	0,484	2.301,931
14-02-2019	0,825	2.307,274	23-02-2019	0,88	2.301,535	23-02-2019	0,88	2.301,535
28-02-2019	0,82	2.307,279	06-03-2019	0,763	2.301,652	06-03-2019	0,763	2.301,652
14-03-2019	0,863	2.307,236	21-03-2019	0,856	2.301,559	21-03-2019	0,856	2.301,559
31-03-2019	0,902	2.307,197	06-04-2019	0,886	2.301,529	06-04-2019	0,886	2.301,529
11-04-2019	0,862	2.307,237	19-04-2019	0,832	2.301,583	19-04-2019	0,832	2.301,583
30-04-2019	0,789	2.307,310	08-05-2019	0,81	2.301,605	08-05-2019	0,81	2.301,605
15-05-2019	0,943	2.307,156	28-06-2019	0,717	2.301,698	28-06-2019	0,717	2.301,698
31-05-2019	0,901	2.307,198	28-07-2019	0,715	2.301,700	28-07-2019	0,715	2.301,700
15-06-2019	0,96	2.307,139	29-08-2019	0,719	2.301,696	29-08-2019	0,719	2.301,696
30-06-2019	0,874	2.307,225	29-09-2019	0,774	2.301,641	29-09-2019	0,774	2.301,641
15-07-2019	0,933	2.307,166	19-10-2019	0,821	2.301,594	19-10-2019	0,821	2.301,594
31-07-2019	0,947	2.307,152	21-11-2019	0,963	2.301,452	21-11-2019	0,963	2.301,452
15-08-2019	0,92	2.307,179	31-12-2019	0,447	2.301,968	31-12-2019	0,447	2.301,968
31-08-2019	0,985	2.307,114						
30-09-2019	1,1	2.306,999						
30-11-2019	0,917	2.307,182						
31-12-2019	0,907	2.307,192						

*Puntos PAT; **Niveles no monitoreados debido a intensas lluvias acontecidas durante la primera semana de febrero y/o por imposibilidad de acceso por intensas lluvias; ***Nivel no medido en BA-27 debido a la no autorización de ingreso por Comunidad de Peine

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5-40 muestra gráficamente el registro histórico de las cotas del nivel de agua registradas para todos los puntos de monitoreo de esta variable en el sector, con el objetivo de presentar el registro completo de cotas, su extensión temporal y sus tendencias generales.

Figura 5-40 Variación Temporal General de Niveles en Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

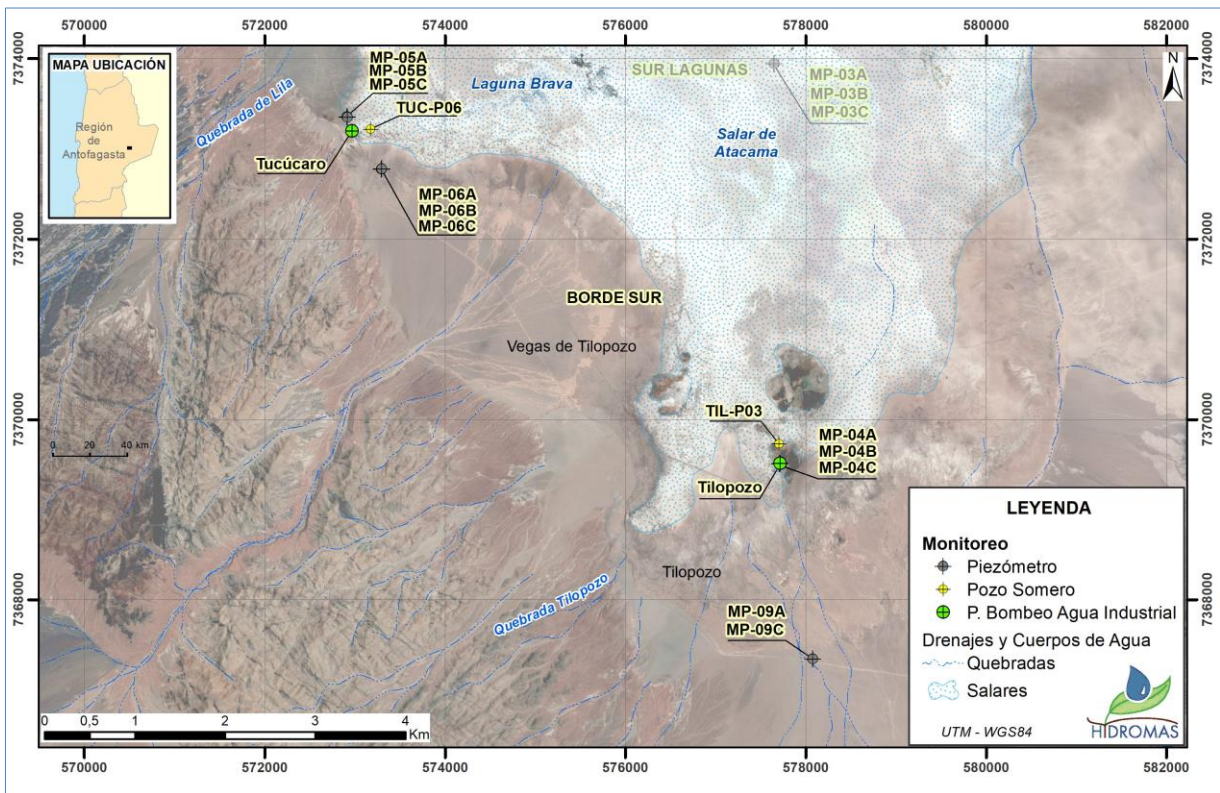
En la Figura 5-40 se observa que los puntos que presentan los registros más extensos corresponden a Tilopozo y Tucúcaro, ambos con registros desde enero del 2001. Estos puntos de monitoreo corresponden a pozos de extracción de agua industrial.

Además, en el sector La Punta-La Brava se observa un amplio rango de variabilidad de cotas de nivel freático, que se asocian a la ubicación relativa de los puntos de monitoreo en diferentes zonas, las que se analizan en particular a continuación.

Zona Borde Sur

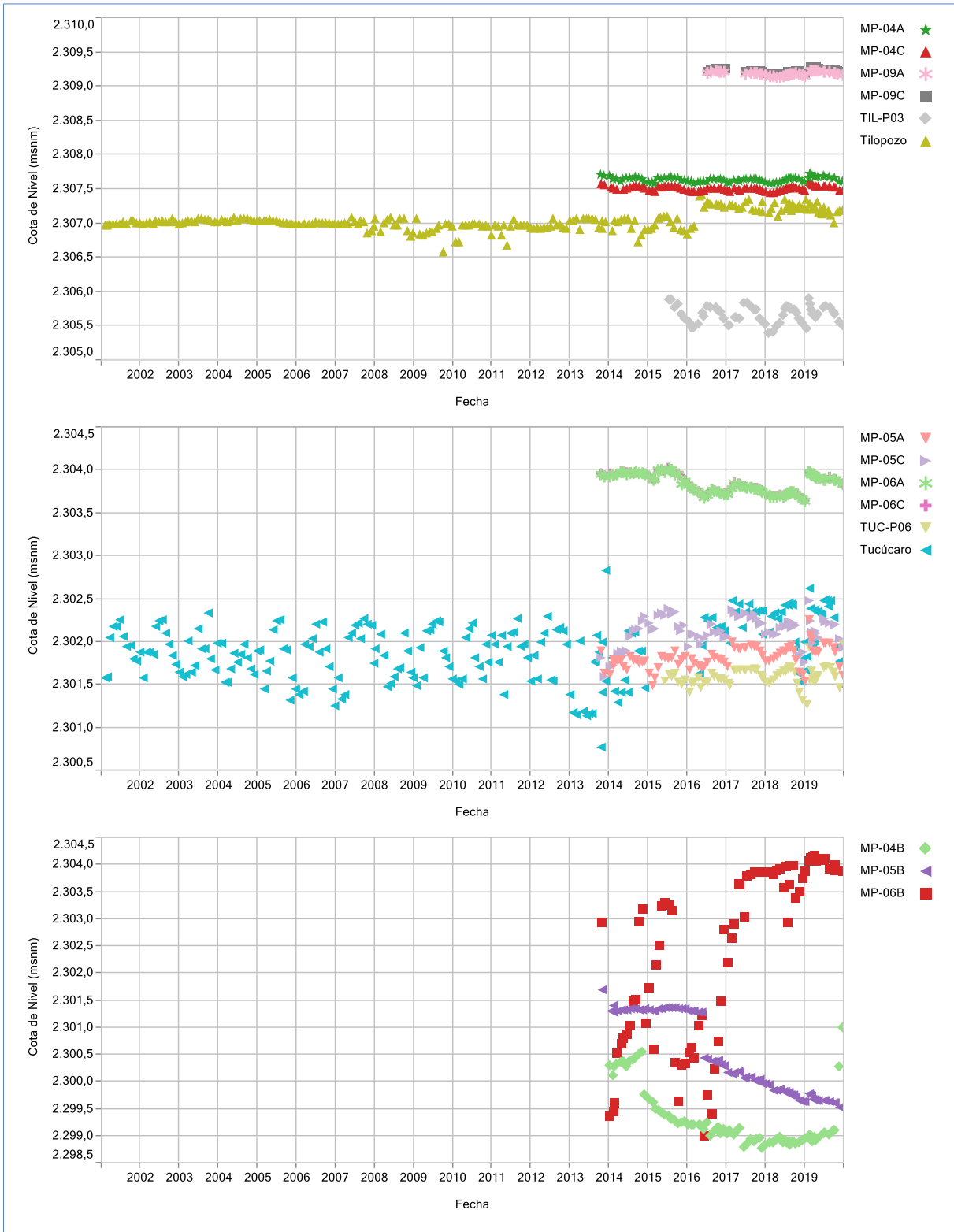
Los puntos ubicados en esta zona se presentan en la Figura 5-41, mientras que en la Figura 5-42 se presentan los gráficos de evolución de nivel para todos ellos, desde enero de 2013.

Figura 5-41 Zona Borde Sur – Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-42 Variación Temporal Niveles en Pozos del Borde Sur



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-42 se muestra que el multipiezómetro MP-09 cuenta con casi cuatro años de datos, lo que permite indicar que sus niveles muestran una tendencia general estable en el tiempo, con una cierta variabilidad natural en sus registros. Además, se observa que el nivel piezométrico del pozo MP-09C es ligeramente superior a MP-09A, por cuanto está a mayor presión por captar el efecto de la columna de agua del sistema completo.

Los pozos MP-04A y MP-04C presentan un comportamiento general estable de sus niveles, con cotas del orden de 2.307,6 y 2.307,5 m s.n.m., respectivamente y con una leve estacionalidad, aumentando sus niveles en invierno y disminuyendo en verano. El pozo MP-04B, que registra niveles profundos, acusa niveles más bajos en comparación a las demás cotas del subsector de Tilopozo y con un comportamiento estable desde mediados del año 2017, lo cual se vincula a que todos los demás pozos miden aguas someras y el pozo MP-04B aguas más profundas. Para 2019, se observa una leve tendencia de ascenso de los niveles.

El pozo TIL-P03, pozo somero ubicado un poco más al Norte que el multipiezómetro MP-04, muestra una variabilidad estacional marcada, con tendencia general estable.

En el pozo Tilopozo se registran niveles estáticos y dinámicos, pero en este caso se presenta una tendencia estable en el tiempo, considerando su amplitud promedio de variación de los niveles históricos de 80 cm, en todo el período registrado. Existen periodos del registro histórico que muestran una variabilidad con amplitud mayor, de aproximadamente 1,2 m, lo que corresponde a registros de niveles dinámicos, ya que es un pozo de extracción de agua dulce-salobre de ALB. Además, se observa un salto en las cotas de nivel del pozo en el año 2016. Al respecto se puede señalar que en dicho período, hubo un cambio en la medición de niveles, producto de la reportabilidad que implicó el PSAH de la RCA 21/2016. De forma previa, la cota del pozo no era reportada a la autoridad, sino que sólo se reportaba la profundidad del agua, por control de extracciones, por lo que no se tiene registro del stickup de forma previa. Debido a ello se genera esta diferencia, ya que ahora se tiene claramente identificada la cota del punto de medición.

Del segundo grupo de pozos en la Figura 5-42, se observa que los niveles del pozo Tucúcaro presentan una tendencia cíclica, con disminución en verano y aumento en invierno, lo cual puede estar inducido no solo por la tendencia del acuífero sino también por su propio bombeo, ya que se miden niveles dinámicos y estáticos.

Los puntos MP-06A y MP-06C presentan un nivel somero con poca variabilidad en comparación con las aguas de nivel más profundas, como el pozo MP-06B. Desde octubre de 2015, se observa para MP-06A y MP-06C una leve tendencia al descenso de los niveles,

que se estabiliza en 2018, pero vuelve a marcarse una tendencia de descenso desde mitad de ese año en adelante.

En febrero de 2019 se registra un alza de los niveles, la que esta asociada a los eventos de precipitaciones registradas en ese mes, pero vuelve a mostrar una tendencia de descenso a lo largo del año, producto de la propia estacionalidad. Los niveles del pozo MP-06B, presentan un comportamiento muy variado, de descenso y recuperación. Adicional a lo anterior, se indica que los pozos MP-06 se encuentran dentro del radio de influencia descrito para el pozo Tucúcaro en el Apéndice D, Anexo 1 de la Adenda 5.

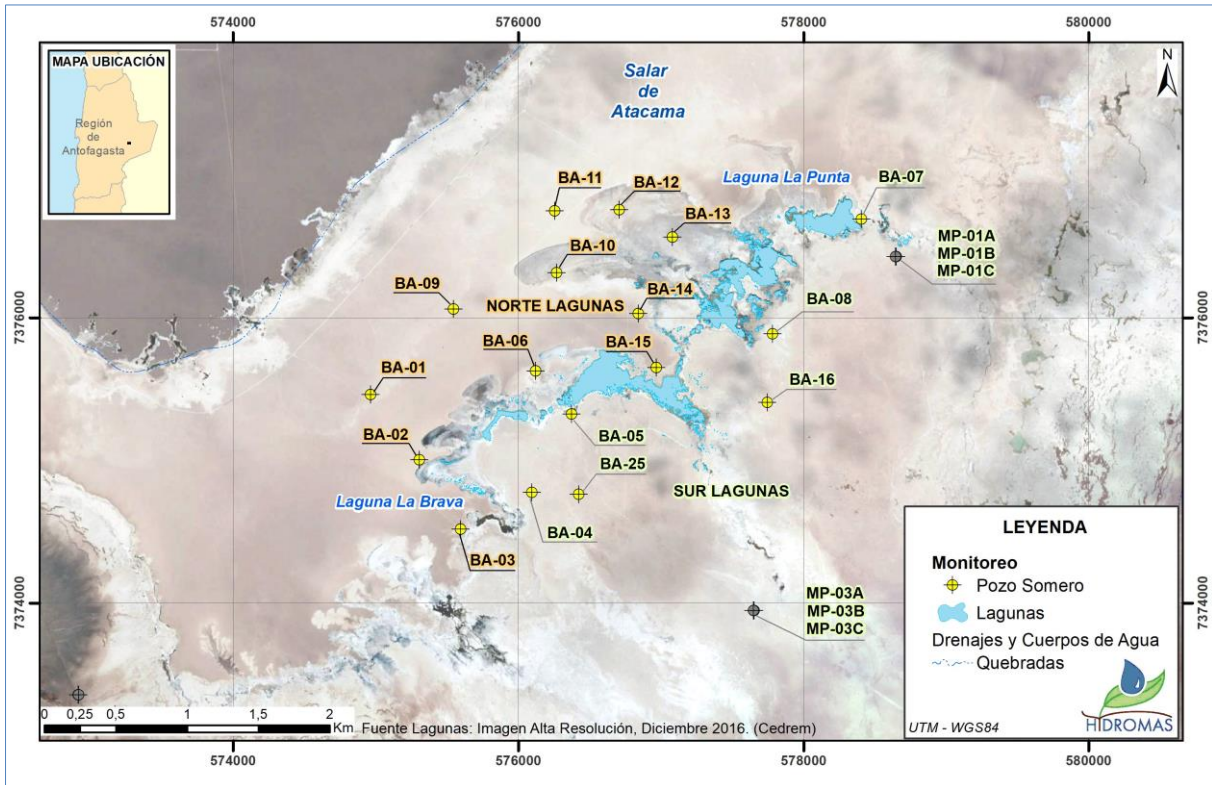
Se observa que el multipiezómetro MP-05 registra cotas menores a MP-06, esto relacionado a su ubicación. Los pozos MP-05A y MP-05C presentan una tendencia estable de sus niveles a lo largo del tiempo y bastante sincrónicos entre sí, aunque en el año 2018 se ve un descenso de los niveles de estos pozos a partir de septiembre. El pozo MP-05B, se observa estable hasta mayo 2016, presentando un quiebre en sus mediciones en junio 2016, fecha a partir de la cual se observa una tendencia al descenso, la que se mantiene en 2019. Si bien, los registros de descenso se presentan en el pozo de aguas profundas, se indica que los pozos MP-05 se encuentran dentro del radio de influencia descrito para el pozo Tucúcaro en el Apéndice D, Anexo 1 de la Adenda 5. Por ello, no resulta extraño que, a fines de 2019, los registros de niveles en los pozos MP-05 sean sincrónicos con el pozo Tucúcaro.

En el caso del pozo TUC-P06, este registra niveles estables durante el período registrado, similar a la variabilidad de MP-05A y MP-05C y en los años 2018 y 2019 registra también descensos de nivel a partir del mes de septiembre.

Zona Norte y Sur Lagunas

Los puntos ubicados en esta zona se presentan en el mapa de la Figura 5-43.

Figura 5-43 Zona Norte y Sur de las Lagunas – Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5-44 presenta la variación temporal de los puntos ubicados en las zonas Norte y Sur de las lagunas. En esta figura, en la gráfica superior se muestra los resultados asociados a los piezómetros someros del sur de las lagunas: BA-04, BA-05, BA-08, BA-16 y BA-25. Mientras que en las dos gráficas inferiores se presentan los registros de los barrenos existentes al Norte de las lagunas La Punta – La Brava, identificados como: BA-01, BA-02, BA-03, BA-06, BA-09, BA-10, BA-11, BA-12, BA-13, BA-14 y BA-15.

El primer gráfico presenta tendencias generales estables para todos niveles de los barrenos, con variabilidad estacional y con amplitudes de variación de sus niveles más pequeñas en comparación con los otros barrenos, siendo en promedio de 10 cm o menores. Las diferencias de cotas se deben a la cota de referencia de ubicación de los barrenos. En general, se observa que en 2019, particularmente en invierno, en esta línea de barrenos se produce una leve estabilización de los niveles para todo los pozos, y los valores máximos de la estación son menores a los valores máximos de invierno de años anteriores.

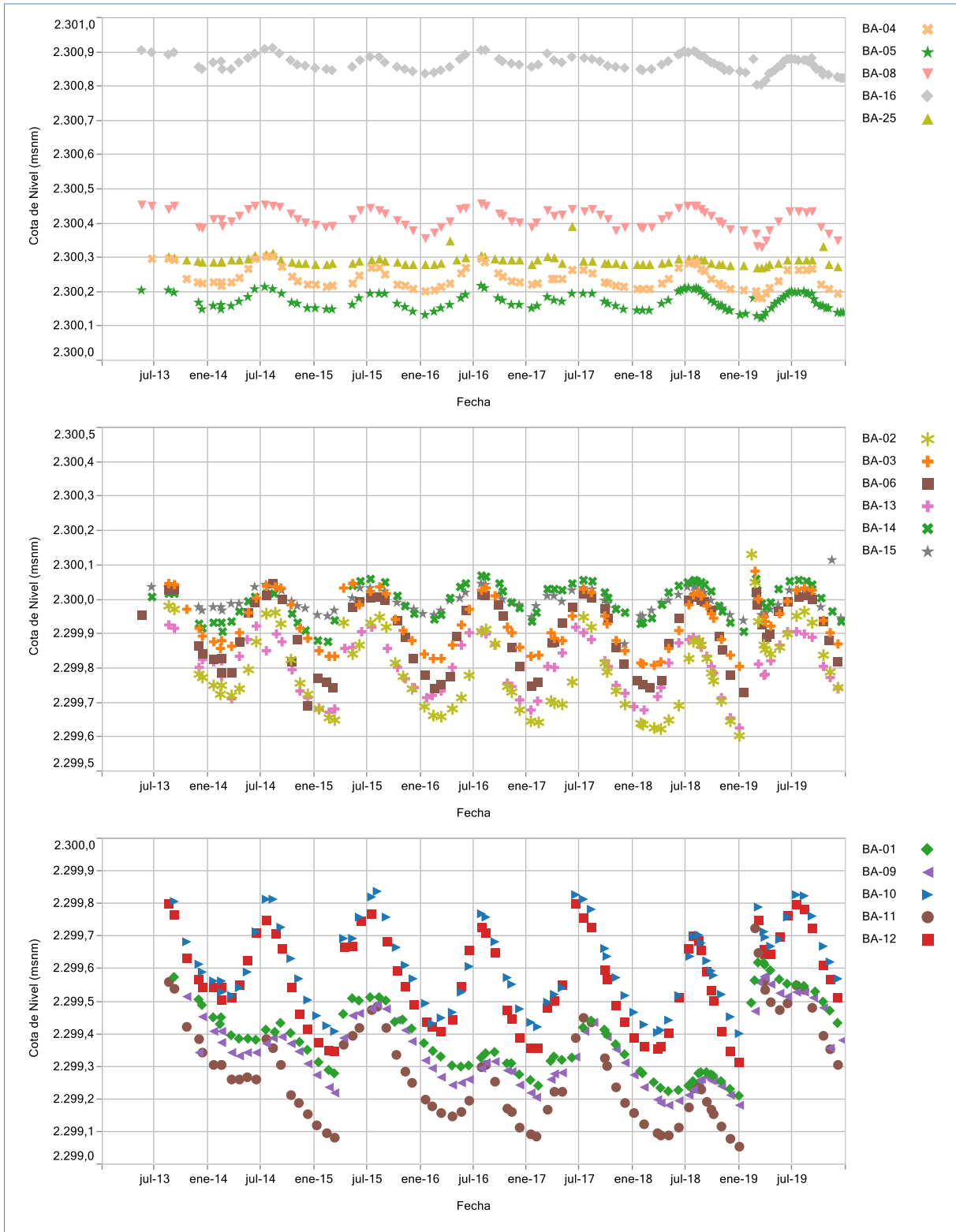
En el segundo gráfico, se muestra la evolución de nivel de los piezómetros someros que se encuentran al oeste de las lagunas, hacia el Núcleo del Salar. En este caso se observa que la variación de los niveles presenta una amplitud mayor, que va desde los 10 cm en BA-15 hasta los 50 cm en BA-02, aproximadamente. Se aprecia una tendencia general de los niveles estable en el tiempo y, para 2019 se aprecia también el mismo comportamiento estacional, pero se evidencian niveles más altos en febrero, debido a las lluvias acontecidas en ese mes.

En el gráfico inferior se observa que los niveles de las aguas más cercanas al Núcleo (al Noroeste de las lagunas), en la Zona Marginal, presentan una alta variabilidad, con descensos y recuperaciones marcadas, y con amplitudes entre los niveles máximos y mínimos registrados que varían desde 40 cm aprox. en BA-09 hasta 67 cm aprox. cm en BA-11. Se observa que los niveles del año 2019 tienen un comportamiento general similar al registro histórico, con los cambios estacionales, pero en febrero, todos los niveles suben debido a las lluvias de ese mes y luego, los niveles muestran una tendencia general de descenso, lo que es característico en este sector después de abundantes lluvias.

Se debe indicar que, en los últimos dos gráficos analizados, se observa un salto en los niveles registrados durante el primer trimestre de 2015, 2017 y 2019. Este salto, y el aumento respectivo de los niveles, obedecen a las lluvias ocurridas en el verano de dichos años debido al “invierno altiplánico”.

En general, se puede indicar que, para los barrenos ubicados en la zona Norte de las lagunas, se produjo un ascenso de los niveles, evidenciado por el aumento de las cotas mínimas y máximas de 2019 respecto del año anterior.

Figura 5-44 Variación Temporal de Niveles en Norte y Sur de las Lagunas



Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, respecto la variabilidad interanual que presentan los piezómetros someros que se ubican entorno a las lagunas, se puede indicar que los niveles de las aguas someras presentan mayor variabilidad estacional en la medida que están más cerca del Núcleo, al Norte de las lagunas, y menor sensibilidad a medida que se alejan del Núcleo, en aquellos ubicados al sur de las lagunas. Todos los registros muestran la variabilidad estacional histórica, indicando tendencia al descenso en piezómetros someros ubicados al Norte de las lagunas.

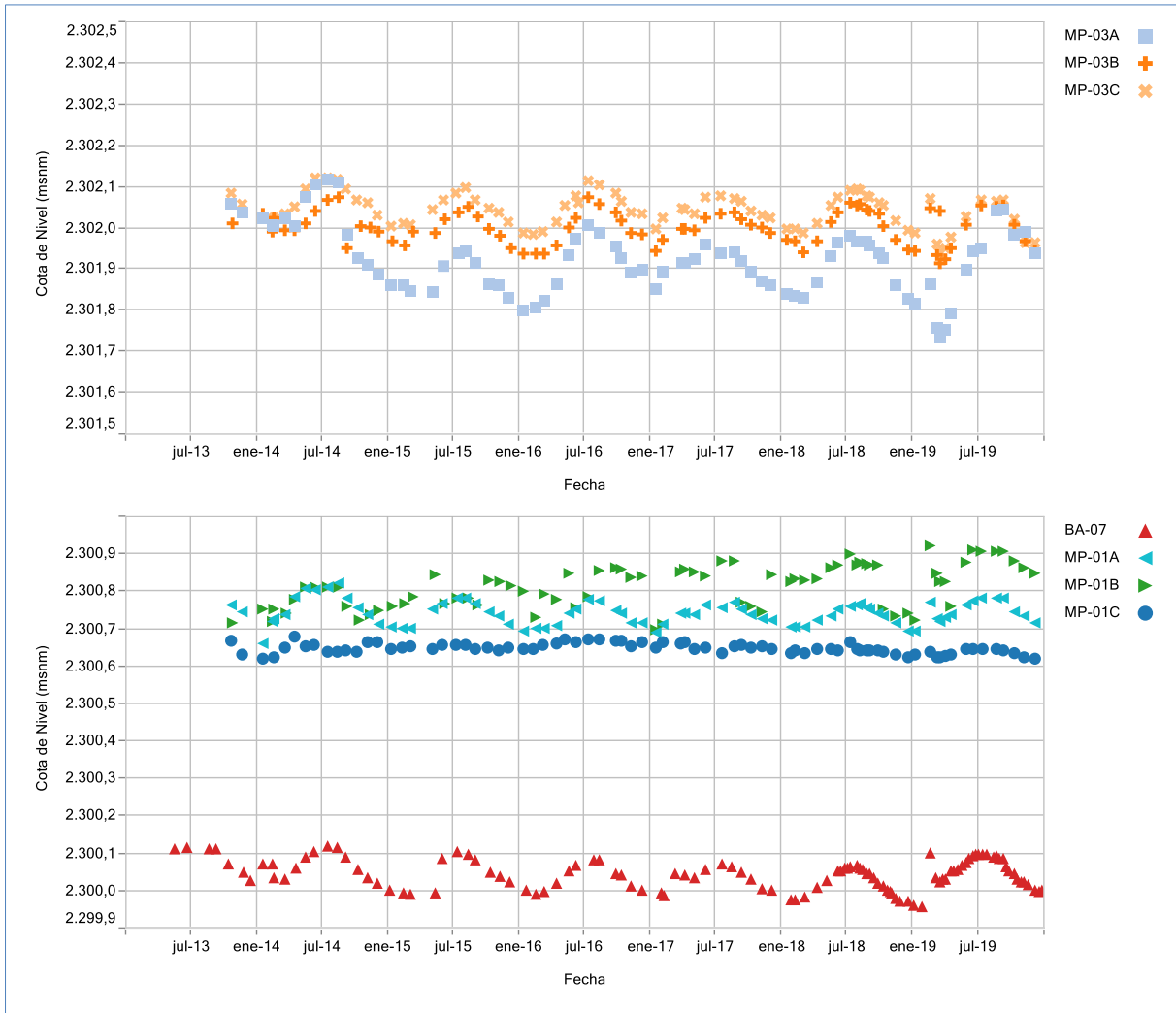
Al sur de las lagunas, también se encuentran los multipiezómetros MP-03A, MP-03B, MP-03C, MP-01A, MP-01B, MP-01C y el piezómetro somero BA-07, cuyos niveles se presentan en la Figura 5-45.

El multipiezómetro MP-03 registra niveles de las aguas someras en MP-03A, el MP-03B los niveles de la salmuera bajo de la interfase y el MP-03C, totalmente ranurado, la interacción de ambos cuerpos de agua. Este pozo se ubica al sur del sistema Lagunar La Punta-La Brava, y muestra la misma variación estacional, donde aumentan los niveles en invierno y bajan en temporada de verano. La amplitud de la variación de los niveles de aguas someras es mayor que las de salmuera, con variaciones de hasta 20 cm entre temporadas. La salmuera alcanza sólo una variación de 10 cm. De los registros históricos, se observa una tendencia estable tanto para aguas someras como profundas, lo que se mantiene en el año 2019, pero con un descenso más marcado en otoño para el piezómetro MP-03A, aumentando posteriormente en invierno del 2019.

Se observa que la variabilidad de los niveles del barreno BA-07 son muy similares a la que presentan los niveles del pozo MP-01A, en tanto a que aumentan y descienden en las mismas temporadas, como a la amplitud total que presenta dicha variación, de 10 cm aprox. para ambos puntos de monitoreo. Además, respecto del punto BA-07, si bien se venía observando una leve tendencia de descenso hasta el año 2018, durante el 2019 se elevan sus niveles logrando nuevamente un estado de equilibrio, similar a las cotas del año 2014 y 2015.

El nivel de la salmuera, representado por el pozo MP-01B, presenta un poco más de variabilidad, mientras que el pozo MP-01C es más constante debido a que mide mezcla de aguas. Del registro completo para los pozos, se observa una tendencia general de estabilidad en el tiempo, particularmente para MP-01C y MP-01A.

Figura 5-45 Variación Temporal de Niveles – Sur de las Lagunas

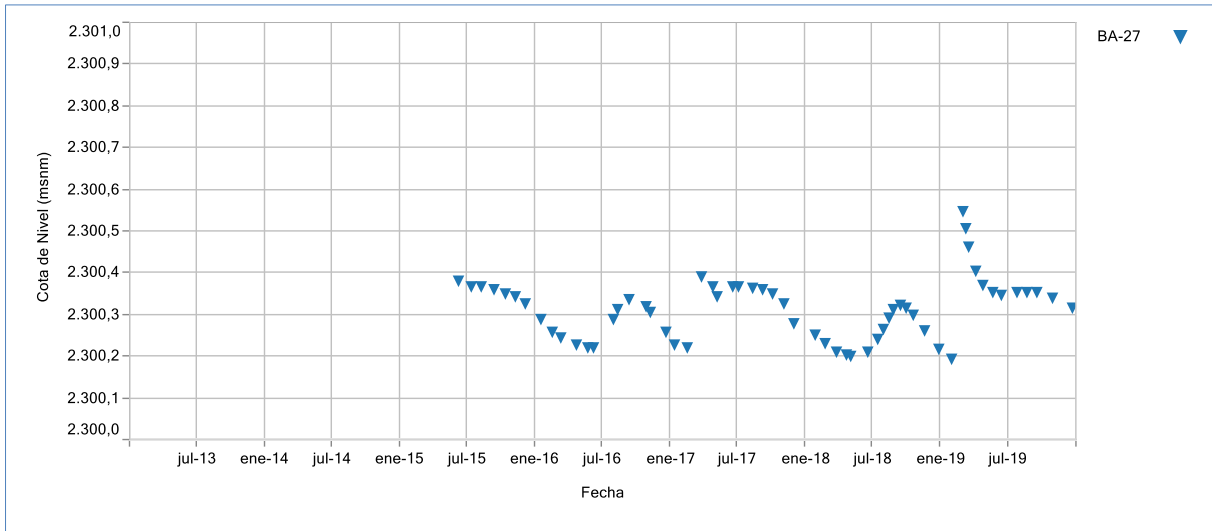


Fuente: Elaboración propia.

Zona Este Lagunas

Por último, en la Figura 5-46, se presentan los niveles de aguas someras del pozo BA-27, pozo ubicado en la zona Este de las lagunas La Punta – La Brava. Este pozo tiene una cota de terreno semejante a los barrenos ubicados al sur de las lagunas, y presenta una variabilidad de niveles semejante a la del grupo de barrenos del Norte, con una amplitud (diferencia entre los máximos y los mínimos) de 20 cm en 2018. Sin embargo, dadas las lluvias de febrero de 2019, los niveles de este pozo registraron un alza importante, la máxima registrada, aumentando la amplitud histórica de sus registros a 35,5 cm aproximadamente. En contraposición al alza, el valor mínimo histórico se registró justo previo al máximo, en enero de 2019. Luego del alza en febrero, se observa un descenso de los niveles y una estabilización de ellos, hasta noviembre, donde vuelven a descender, pero manteniéndose por sobre el valor medio de la data histórica de sus registros.

Figura 5-46 Variación Temporal de Niveles en BA-27– Este Lagunas



Fuente: Elaboración propia.

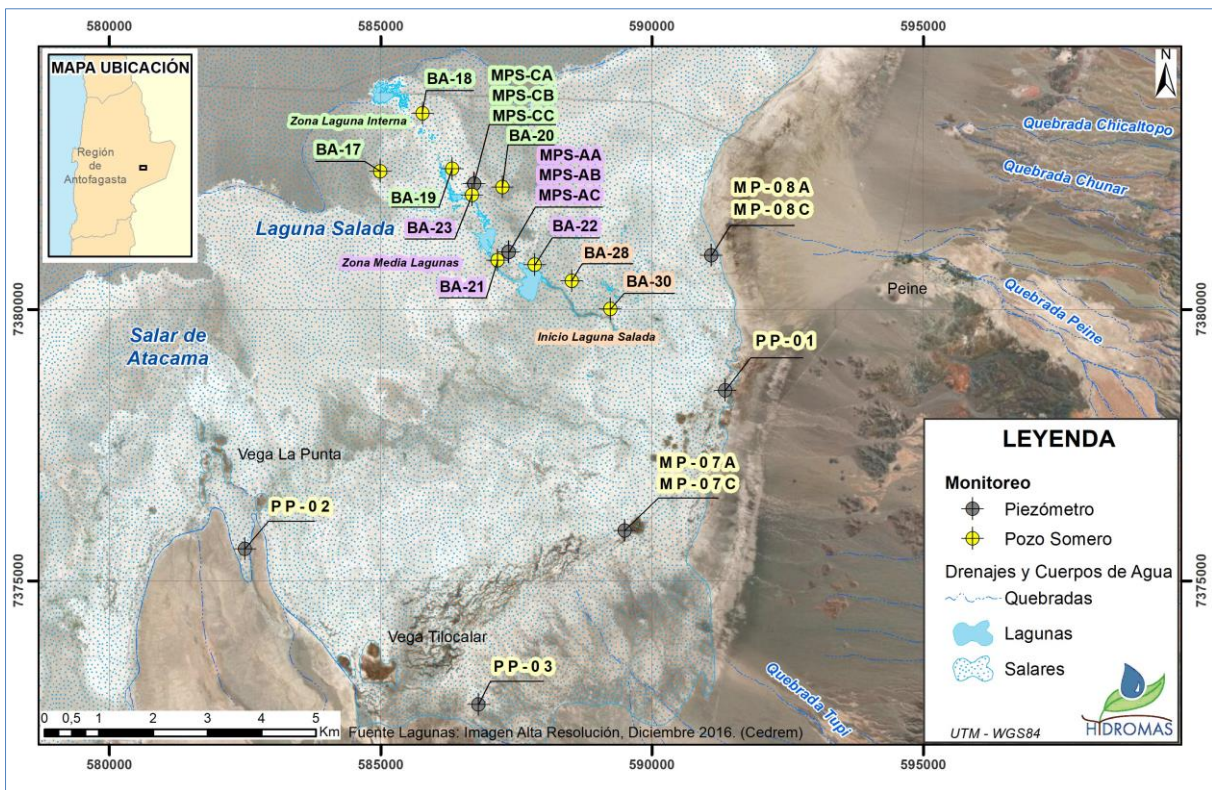
A modo de resumen, para el sector La Punta-La Brava, se puede decir que:

- Los niveles en el Sector La Punta-La Brava, y en particular en la zona de las lagunas, se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente, presentando para el año 2019 un aumento de los niveles en los barrenos, principalmente del lado norte de las lagunas. Respecto de las lluvias de febrero de 2019, los piezómetros ubicados al sur de las lagunas no evidencian el efecto en sus niveles.
- En el Borde sur, los piezómetros MP-06B y MP-05B, ubicados cerca de los pozos de agua industrial Tilopozo y Tucúcaro respectivamente, muestran tendencia a la baja, con ciertos puntos altos a fines del año 2019. Mientras que los pozos que miden aguas someras no muestran grandes descensos, sino más bien tendencias a la estabilidad de sus niveles.
- El piezómetro MP-06A, ubicado al lado al borde Tucúcaro, muestra fluctuaciones entre el máximo y el mínimo de 40 cm aprox., y para la salmuera (pozo MP-06B) fluctuaciones del orden de 5 m aprox. Lo anterior, es concordante con la posición relativa de ellos, por cuanto se ubican en una zona aledaña al cordón de Lila, muy sensible a las recargas y extracciones que puedan existir.

5.6.2 Sector Peine

En el Sector Peine se cuenta con 21 puntos de monitoreo de niveles distribuidos en la zona Marginal y borde Este. La ubicación de estos puntos se presentan en la Figura 5-47.

Figura 5-47 Puntos de medición de Nivel freático en el Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5-15 se presentan los resultados de los niveles freáticos medidos en el Sector Peine, tanto en profundidades medidas en cada pozo (desde punto referencia hasta el nivel de agua), como en cota topográfica respectiva de nivel de aguas subterráneas.

Se debe indicar que, debido a las intensas lluvias registradas en el mes de febrero 2019, lo cual impidió el acceso a ciertos puntos de monitoreo, en dicho mes no se pudo realizar la medición quincenal de niveles programada para todos los pozos, quedando, en algunos casos, sólo una medida en el mes. Lo anterior se indica en los registros de la Tabla 5-15.

Tabla 5-15 Resultados de Niveles en Sector Peine

BA-17			BA-18			BA-19		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
01-01-2019	2,327	2.298,621	15-01-2019	1,687	2.298,615	15-01-2019	1,851	2.298,648
11-02-2019	**	**	14-02-2019	0,86	2.299,442	14-02-2019	1,115	2.299,384
25-02-2019	1,655	2.299,293	20-02-2019	0,918	2.299,384	20-02-2019	1,154	2.299,345
09-03-2019	1,677	2.299,271	08-03-2019	0,985	2.299,317	08-03-2019	1,203	2.299,296
23-03-2019	1,718	2.299,230	22-03-2019	1,031	2.299,271	22-03-2019	1,249	2.299,250
07-04-2019	1,732	2.299,216	04-04-2019	1,051	2.299,251	04-04-2019	1,239	2.299,260
18-04-2019	1,743	2.299,205	16-04-2019	1,076	2.299,226	16-04-2019	1,276	2.299,223
19-05-2019	1,782	2.299,166	01-05-2019	1,095	2.299,207	01-05-2019	1,285	2.299,214
17-06-2019	1,832	2.299,116	04-06-2019	1,154	2.299,148	04-06-2019	1,340	2.299,159
15-07-2019	1,872	2.299,076	04-07-2019	1,188	2.299,114	04-07-2019	1,370	2.299,129
13-08-2019	1,913	2.299,035	07-08-2019	1,248	2.299,054	07-08-2019	1,422	2.299,077
30-09-2019	1,942	2.299,006	24-09-2019	1,292	2.299,010	24-09-2019	1,468	2.299,031
13-10-2019	1,95	2.298,998	05-10-2019	1,297	2.299,005	05-10-2019	1,466	2.299,033
30-11-2019	1,972	2.298,976	04-11-2019	1,311	2.298,991	04-11-2019	1,480	2.299,019
06-12-2019	1,978	2.298,970	14-12-2019	1,345	2.298,957	14-12-2019	1,516	2.298,983
BA-20			BA-21			BA-22		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
15-01-2019	1,559	2.298,983	15-01-2019	1,356	2.300,037	15-01-2019	0,862	2.300,262
09-02-2019	**	**	09-02-2019	**	**	09-02-2019	**	**
20-02-2019	0,9	2.299,642	19-02-2019	1,2	2.300,193	20-02-2019	0,812	2.300,312
08-03-2019	1,039	2.299,503	05-03-2019	1,22	2.300,173	05-03-2019	0,838	2.300,286
22-03-2019	1,089	2.299,453	24-03-2019	1,236	2.300,157	24-03-2019	0,846	2.300,278
04-04-2019	1,038	2.299,504	04-04-2019	1,231	2.300,162	04-04-2019	0,825	2.300,299
16-04-2019	1,115	2.299,427	16-04-2019	1,25	2.300,143	16-04-2019	0,845	2.300,279
01-05-2019	1,123	2.299,419	01-05-2019	1,255	2.300,138	01-05-2019	0,842	2.300,282
04-06-2019	1,159	2.299,383	04-06-2019	1,261	2.300,132	04-06-2019	0,835	2.300,289
04-07-2019	1,182	2.299,360	04-07-2019	1,265	2.300,128	04-07-2019	0,83	2.300,294
07-08-2019	1,221	2.299,321	07-08-2019	1,273	2.300,120	07-08-2019	0,832	2.300,292
25-09-2019	1,229	2.299,313	14-09-2019	1,267	2.300,126	04-09-2019	0,832	2.300,292
04-10-2019	1,24	2.299,302	05-10-2019	1,275	2.300,118	04-10-2019	0,852	2.300,272
04-11-2019	1,264	2.299,278	03-11-2019	1,288	2.300,105	03-11-2019	0,859	2.300,265
02-12-2019	1,279	2.299,263	02-12-2019	1,298	2.300,095	02-12-2019	0,857	2.300,267

Tabla 5-15 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Peine

BA-23			BA-28*			BA-30*		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
15-01-2019	1,097	2.299,416	05-01-2019	0,662	2.300,651	05-01-2019	0,77	2.301,509
14-02-2019	0,81	2.299,703	25-01-2019	0,696	2.300,617	25-01-2019	0,781	2.301,498
20-02-2019	0,796	2.299,717	06-02-2019	**	**	06-02-2019	**	**
08-03-2019	0,812	2.299,701	24-02-2019	0,59	2.300,723	24-02-2019	0,78	2.301,499
22-03-2019	0,833	2.299,680	05-03-2019	0,59	2.300,723	05-03-2019	0,789	2.301,490
04-04-2019	0,829	2.299,684	24-03-2019	0,614	2.300,699	24-03-2019	0,781	2.301,498
16-04-2019	0,843	2.299,670	05-04-2019	0,635	2.300,678	05-04-2019	0,758	2.301,521
01-05-2019	0,848	2.299,665	16-04-2019	0,644	2.300,669	16-04-2019	0,76	2.301,519
04-06-2019	0,887	2.299,626	25-04-2019	0,656	2.300,657	25-04-2019	0,739	2.301,540
04-07-2019	0,902	2.299,611	01-05-2019	0,645	2.300,668	01-05-2019	0,735	2.301,544
07-08-2019	0,933	2.299,580	14-05-2019	0,652	2.300,661	14-05-2019	0,745	2.301,534
14-09-2019	0,954	2.299,559	29-05-2019	0,65	2.300,663	29-05-2019	0,723	2.301,556
05-10-2019	0,962	2.299,551	04-06-2019	0,635	2.300,678	04-06-2019	0,714	2.301,565
04-11-2019	0,969	2.299,544	14-06-2019	0,629	2.300,684	14-06-2019	0,708	2.301,571
02-12-2019	0,981	2.299,532	25-06-2019	0,626	2.300,687	25-06-2019	0,712	2.301,567
			04-07-2019	0,632	2.300,681	04-07-2019	0,713	2.301,566
			14-07-2019	0,623	2.300,690	14-07-2019	0,71	2.301,569
			25-07-2019	0,625	2.300,688	25-07-2019	0,72	2.301,559
			07-08-2019	0,628	2.300,685	07-08-2019	0,716	2.301,563
			14-08-2019	0,618	2.300,695	14-08-2019	0,725	2.301,554
			25-08-2019	0,61	2.300,703	25-08-2019	0,731	2.301,548
			04-09-2019	0,603	2.300,710	04-09-2019	0,74	2.301,539
			14-09-2019	0,605	2.300,708	14-09-2019	0,716	2.301,563
			24-09-2019	0,624	2.300,689	24-09-2019	0,744	2.301,535
			04-10-2019	0,618	2.300,695	04-10-2019	0,752	2.301,527
			14-10-2019	0,648	2.300,665	14-10-2019	0,772	2.301,507
			26-10-2019	0,642	2.300,671	26-10-2019	0,771	2.301,508
			03-11-2019	0,635	2.300,678	03-11-2019	0,76	2.301,519
			15-11-2019	0,663	2.300,650	15-11-2019	0,772	2.301,507
			02-12-2019	0,649	2.300,664	02-12-2019	0,76	2.301,519
			13-12-2019	0,665	2.300,648	13-12-2019	0,77	2.301,509
			27-12-2019	0,665	2.300,648	27-12-2019	0,76	2.301,519
MP-07A			MP-07C-1			MP-08A		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
11-01-2019	1,068	2.305,560	11-01-2019	0,711	2.305,966	11-01-2019	1,42	2.302,478
09-02-2019	**	**	09-02-2019	**	**	09-02-2019	**	**
21-02-2019	0,909	2.305,719	21-02-2019	0,512	2.306,165	28-02-2019	1,277	2.302,621
07-03-2019	0,936	2.305,692	07-03-2019	0,55	2.306,127	07-03-2019	0	0,000
22-03-2019	0,953	2.305,675	22-03-2019	0,578	2.306,099	24-03-2019	1,277	2.302,621
02-04-2019	0,96	2.305,668	02-04-2019	0,59	2.306,087	02-04-2019	1,291	2.302,607
20-04-2019	0,941	2.305,687	20-04-2019	0,589	2.306,088	20-04-2019	1,299	2.302,599
22-05-2019	0,928	2.305,700	22-05-2019	0,578	2.306,099	22-05-2019	1,337	2.302,561
14-06-2019	0,916	2.305,712	14-06-2019	0,559	2.306,118	29-06-2019	1,31	2.302,588
09-07-2019	0,915	2.305,713	09-07-2019	0,552	2.306,125	09-07-2019	1,32	2.302,578
26-08-2019	0,916	2.305,712	26-08-2019	0,545	2.306,132	26-08-2019	1,34	2.302,558
17-09-2019	0,925	2.305,703	17-09-2019	0,532	2.306,145	17-09-2019	1,31	2.302,588
17-10-2019	0,957	2.305,671	17-10-2019	0,566	2.306,111	17-10-2019	1,318	2.302,580
22-11-2019	1,03	2.305,598	22-11-2019	0,595	2.306,082	22-11-2019	1,326	2.302,572
10-12-2019	1,027	2.305,601	10-12-2019	0,598	2.306,079	10-12-2019	1,338	2.302,560

Tabla 5-15 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Peine

MPS-AA			MPS-AB			MPS-AC		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
12-01-2019	0,831	2.299,419	12-01-2019	0,777	2.299,413	12-01-2019	0,84	2.299,430
09-02-2019	**	**	09-02-2019	**	**	09-02-2019	**	**
19-02-2019	0,675	2.299,575	19-02-2019	0,621	2.299,569	19-02-2019	0,685	2.299,585
05-03-2019	0,692	2.299,558	05-03-2019	0,637	2.299,553	05-03-2019	0,702	2.299,568
22-03-2019	0,713	2.299,537	22-03-2019	0,659	2.299,531	22-03-2019	0,722	2.299,548
04-04-2019	0,729	2.299,521	04-04-2019	0,673	2.299,517	04-04-2019	0,739	2.299,531
20-04-2019	0,737	2.299,513	20-04-2019	0,679	2.299,511	20-04-2019	0,747	2.299,523
29-05-2019	0,743	2.299,507	29-05-2019	0,687	2.299,503	29-05-2019	0,755	2.299,515
25-06-2019	0,744	2.299,506	25-06-2019	0,693	2.299,497	25-06-2019	0,757	2.299,513
12-07-2019	0,747	2.299,503	12-07-2019	0,695	2.299,495	12-07-2019	0,759	2.299,511
07-08-2019	0,751	2.299,499	07-08-2019	0,694	2.299,496	07-08-2019	0,762	2.299,508
04-09-2019	0,755	2.299,495	04-09-2019	0,701	2.299,489	04-09-2019	0,766	2.299,504
04-10-2019	0,758	2.299,492	04-10-2019	0,7	2.299,490	04-10-2019	0,768	2.299,502
04-11-2019	0,767	2.299,483	04-11-2019	0,711	2.299,479	04-11-2019	0,777	2.299,493
02-12-2019	0,772	2.299,478	02-12-2019	0,721	2.299,469	02-12-2019	0,785	2.299,485
MPS-CA			MPS-CB			MPS-CC		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
12-01-2019	1,263	2.298,337	12-01-2019	1,34	2.298,320	12-01-2019	1,304	2.298,316
14-02-2019	0,466	2.299,134	14-02-2019	0,49	2.299,170	14-02-2019	0,552	2.299,068
19-02-2019	0,488	2.299,112	19-02-2019	0,494	2.299,166	19-02-2019	0,561	2.299,059
05-03-2019	0,555	2.299,045	05-03-2019	0,592	2.299,068	05-03-2019	0,606	2.299,014
22-03-2019	0,618	2.298,982	22-03-2019	0,648	2.299,012	22-03-2019	0,659	2.298,961
04-04-2019	0,634	2.298,966	04-04-2019	0,655	2.299,005	04-04-2019	0,671	2.298,949
20-04-2019	0,677	2.298,923	20-04-2019	0,698	2.298,962	20-04-2019	0,716	2.298,904
29-05-2019	0,724	2.298,876	29-05-2019	0,739	2.298,921	29-05-2019	0,763	2.298,857
25-06-2019	0,765	2.298,835	25-06-2019	0,773	2.298,887	25-06-2019	0,807	2.298,813
12-07-2019	0,793	2.298,807	12-07-2019	0,803	2.298,857	12-07-2019	0,838	2.298,782
07-08-2019	0,83	2.298,770	07-08-2019	0,855	2.298,805	07-08-2019	0,876	2.298,744
04-09-2019	0,924	2.298,676	04-09-2019	0,891	2.298,769	04-09-2019	0,931	2.298,689
04-10-2019	0,879	2.298,721	04-10-2019	0,893	2.298,767	04-10-2019	0,927	2.298,693
04-11-2019	0,904	2.298,696	04-11-2019	0,924	2.298,736	04-11-2019	0,952	2.298,668
13-12-2019	0,924	2.298,676	13-12-2019	0,943	2.298,717	13-12-2019	0,973	2.298,647

Tabla 5-15 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Peine

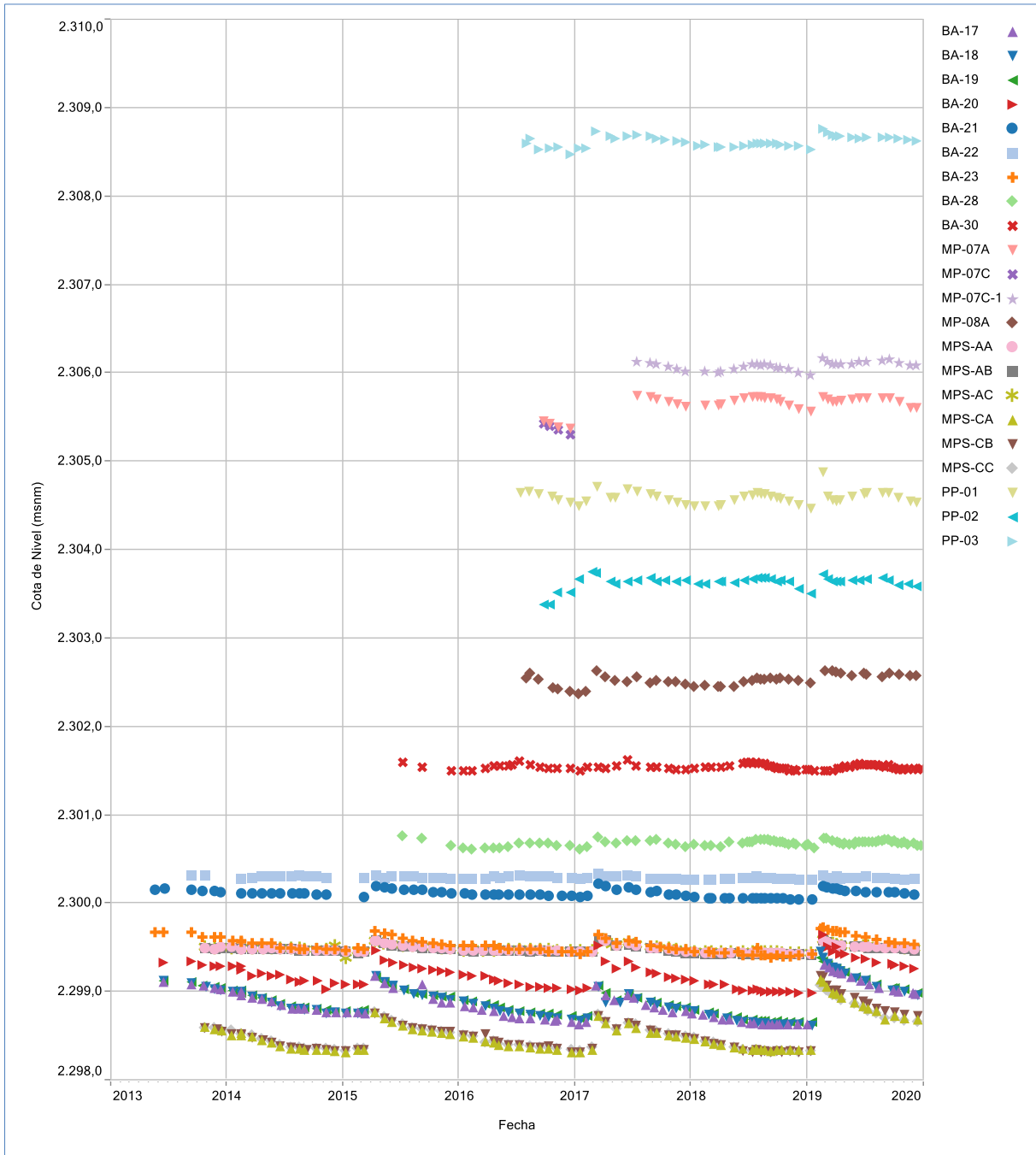
PP-01			PP-02			PP-03		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
11-01-2019	1,095	2.304,466	11-01-2019	0,483	2.303,497	11-01-2019	0,57	2.308,523
10-02-2019	**	**	10-02-2019	**	**	10-02-2019	**	**
21-02-2019	0,691	2.304,870	21-02-2019	0,258	2.303,722	21-02-2019	0,339	2.308,754
07-03-2019	0,97	2.304,591	07-03-2019	0,322	2.303,658	07-03-2019	0,378	2.308,715
24-03-2019	1,007	2.304,554	24-03-2019	0,345	2.303,635	24-03-2019	0,402	2.308,691
02-04-2019	1,015	2.304,546	02-04-2019	0,343	2.303,637	02-04-2019	0,416	2.308,677
16-04-2019	1,005	2.304,556	16-04-2019	0,342	2.303,638	16-04-2019	0,424	2.308,669
22-05-2019	0,969	2.304,592	22-05-2019	0,331	2.303,649	22-05-2019	0,435	2.308,658
29-06-2019	0,937	2.304,624	13-06-2019	0,329	2.303,651	13-06-2019	0,44	2.308,653
09-07-2019	0,926	2.304,635	09-07-2019	0,323	2.303,657	09-07-2019	0,431	2.308,662
26-08-2019	0,929	2.304,632	26-08-2019	0,308	2.303,672	26-08-2019	0,432	2.308,661
16-09-2019	0,928	2.304,633	16-09-2019	0,329	2.303,651	17-09-2019	0,427	2.308,666
16-10-2019	0,971	2.304,590	16-10-2019	0,384	2.303,596	16-10-2019	0,439	2.308,654
23-11-2019	1,017	2.304,544	14-11-2019	0,375	2.303,605	14-11-2019	0,453	2.308,640
10-12-2019	1,036	2.304,525	10-12-2019	0,396	2.303,584	10-12-2019	0,477	2.308,616

*Puntos PAT; **Niveles no monitoreados debido a intensas lluvias acontecidas durante la primera semana de febrero y/o por imposibilidad de acceso por intensas lluvias.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-48 se muestra el registro histórico de las cotas del nivel de agua para todos los puntos de monitoreo de esta variable en el sector, con el objetivo de presentar el registro completo de cotas, su extensión temporal y sus tendencias generales.

Figura 5-48 Variación Temporal General de Niveles en Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Los puntos que presentan el registro histórico más extenso corresponden a BA-17, BA-18, BA-19, BA-20, BA-21 y BA-23, con registros desde mayo de 2013 y variación de cota entre 2.298 m s.n.m. a 2.300,5 m s.n.m., aproximadamente.

La medición de los puntos BA-28 y BA-30, ubicados en las cercanías de la Laguna Salada, se comenzó en julio de 2015. Los puntos que se empezaron a medir más recientemente son los ubicados en el borde este y sur del sector, que corresponden a los puntos comprometidos en el PSAH (RCA N° 21/2016) y que son PP-01, PP-02 y PP-03, con registro a partir de julio de 2016, y MP-07A, MP-07C-1 y MP-08A, que se comenzaron a reportar en julio de 2017. Estos últimos se presentan con cotas de nivel de agua entre los 2.301 m s.n.m hasta los 2.309 m s.n.m., aproximadamente.

Como se puede ver en el gráfico de la Figura 5-48, en este sector se observa un amplio rango de variación de cotas del nivel de agua, que se asocia a la ubicación relativa de los puntos en diferentes áreas dentro del sector. Es así como hacia el sur del Sector Peine, se presentan cotas del nivel freático del orden de los 2.309 m s.n.m. y en las cercanías al Núcleo son del orden de 2.298 m s.n.m.

Para facilitar la comprensión de los resultados gráficos y el análisis del Sector Peine, se agrupan los puntos de monitoreo por zonas, tal y como se muestra en la Tabla 5-16, y que corresponden a los diferentes colores de las etiquetas de nombres de pozos de la Figura 5-47.

Tabla 5-16 Pozos por zonas en Sector Peine

Zonas del Sector			
Borde Este y Sur de Peine	Inicio Laguna Salada	Zona Media Lagunas	Zona laguna Interna
MP-07A	BA-28	MPS-AA	MPS-CA
MP-07C-1	BA-30	MPS-AB	MPS-CB
MP-08A		MPS-AC	MPS-CC
PP-01		BA-21	BA-17
PP-02		BA-22	BA-18
PP-03		BA-23	BA-19
		BA-20	

Fuente: Elaboración propia.

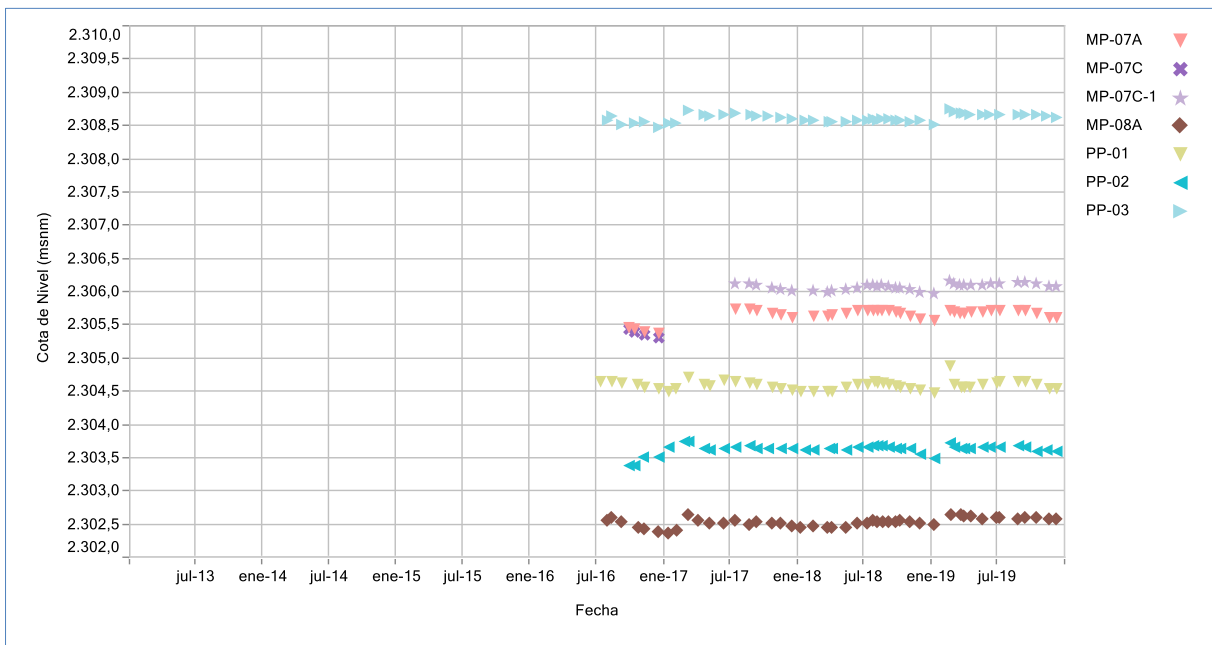
Los resultados y el análisis que se presentan a continuación se han ordenado por zonas dentro del Sector, comenzando por la zona más alejada de las lagunas de Peine, y que se encuentran a cotas más altas, denominadas Borde Este y Sur Peine y, luego, por pozos que miden niveles en las zonas cercanas a las lagunas Salada, Saladita e Interna, hacia las cercanías del Núcleo.

Borde Este y Sur de Peine

Los puntos que se agrupan en esta zona son PP-01, PP-02, PP-03, MP-07A, MP-07C-1³⁰ y MP-08A, todos piezómetros profundos que se ubican en el borde Este del sector de Peine, entre la Zona Marginal y la zona de piedemonte de la cordillera Andina. Por la proximidad al acuífero aluvial existente en ese sector, estos puntos son sensibles a las recargas que puedan recibir desde las cuencas altoandinas cuando se produce precipitación o deshielo, así como de los aluviones asociados a eventos de fuerte precipitación y que descargan en el sector marginal del Salar de Atacama principalmente por vía de las quebradas.

En la Figura 5-49, se presentan el registro histórico de niveles de agua en los puntos ubicados en la zona Borde Este y Sur de Peine. En general, todos los puntos presentan una tendencia general estable en sus niveles. Destaca que los niveles tienen una recuperación de entre 25 y 35 cm durante el primer trimestre de 2017 producto de las lluvias que se produjeron en el sector en ese período y que generaron importantes aluviones y venidas de agua por las quebradas, así como recarga directa a los acuíferos, mientras que en el año 2018 se ve que los niveles se mantienen constantes según los registros históricos. En 2019, particularmente en febrero, los niveles vuelven a mostrar un aumento, mayor que el de 2017, debido a las lluvias que se produjeron en el sector, con efectos similares a los de 2017.

Figura 5-49 Variación Temporal Niveles en Borde Sur y Este – Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

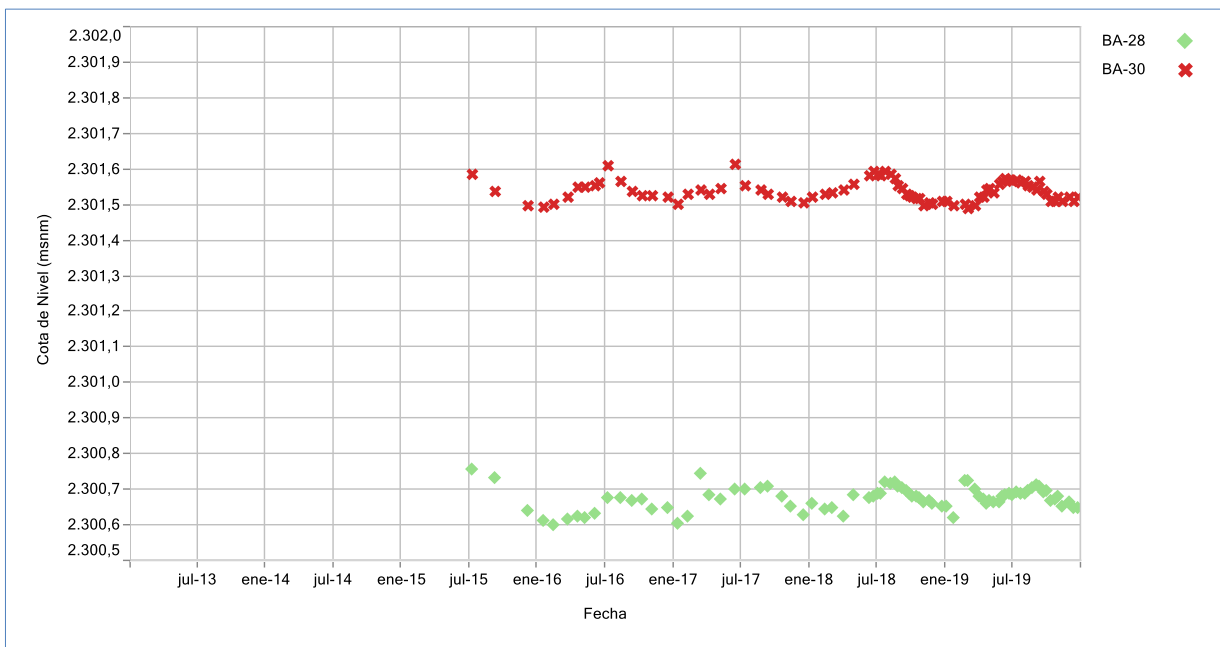
³⁰ Reemplazó a MP-07C a partir de julio 2017.

Inicio Laguna Salada

Esta zona contempla el sector donde nace el sistema lagunar de Peine, en el entorno del canal que descarga en la laguna Salada, donde se encuentran los piezómetros someros BA-28 y BA-30. En la Figura 5-50 se muestra el registro histórico de niveles de estos dos puntos, donde se puede apreciar una tendencia cíclica, de amplitud centimétrica, con ascensos de nivel en invierno y descensos en temporada de verano. Esta evolución está controlada principalmente por los efectos de la evapotranspiración de los niveles someros del acuífero.

En particular para 2019, se observa en BA-28 el efecto de las lluvias de febrero, lo que se traduce en un aumento del nivel registrado en el pozo. Sin embargo, para BA-30 no se observa dicho efecto, los niveles no se ven afectados por las lluvias y mantienen su comportamiento estacional histórico. Ambos pozos presentan tendencias generales estables en sus registros, con variabilidad estacional.

Figura 5-50 Variación Temporal de Niveles en Zona Inicio laguna Salada

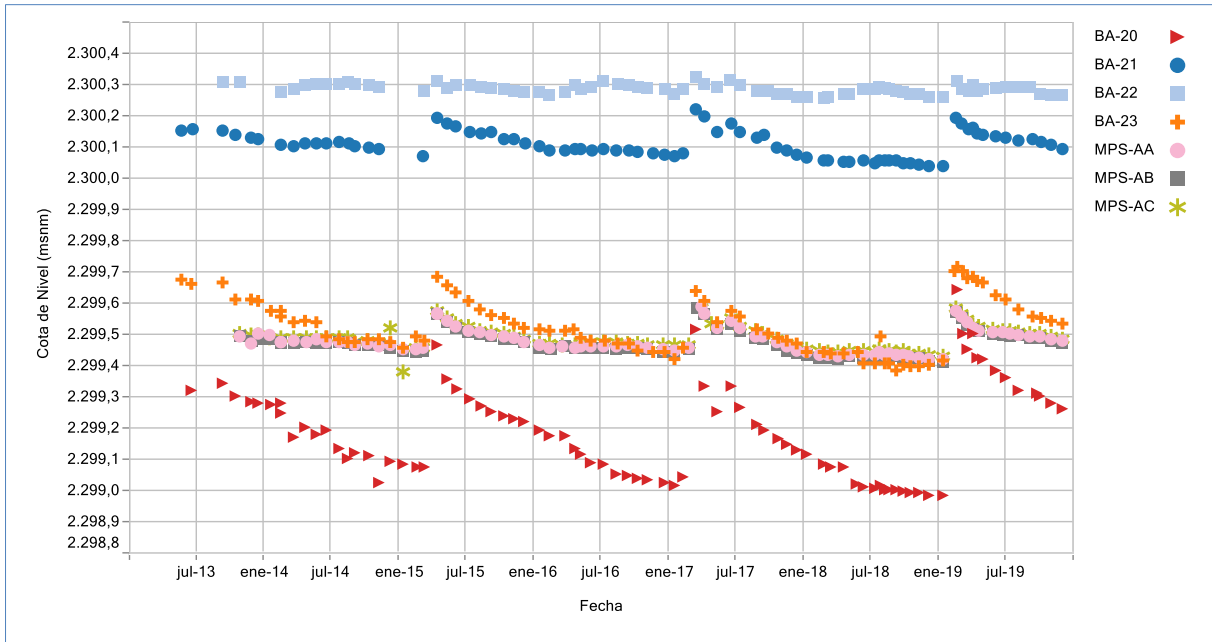


Fuente: Elaboración propia.

Zona Media Lagunas

En la zona situada entre las lagunas Salada y Saladita se encuentran los multipiezómetros MPS-AA, MPS-AB, MPS-AC, y los piezómetros someros BA-20, BA-21, BA-22 y BA-23. El registro histórico de niveles de estos puntos se presenta en la Figura 5-51.

Figura 5-51 Variación Temporal de Niveles en Zona Media Lagunas



Fuente: Elaboración propia.

En general, la cota del nivel freático de los puntos situados en esta zona muestran una ciclicidad marcada por los eventos de lluvia importantes, por lo que algunos puntos muestran tendencias a la baja de sus niveles, con recuperaciones de hasta 60 cm aprox. por las lluvias de abril de 2015, marzo de 2017 y febrero de 2019, junto con un evento de menor intensidad en junio de 2017.

Los piezómetros someros BA-21 y BA-22 presentan una evolución de niveles relativamente estables con respuestas a las precipitaciones menos marcadas, de hasta 20 cm, mientras que los puntos BA-20 y BA-23 presentan ciclos de dos años con una respuesta a las precipitaciones más marcada, además de ascensos de hasta 60 cm aproximadamente y, posterior a las alzas, tendencias a la baja de sus niveles. Para el año 2019, en general, los pozos BA-20 y BA-23 elevaron sus cotas promedio, favoreciendo la recuperación de los niveles en la zona.

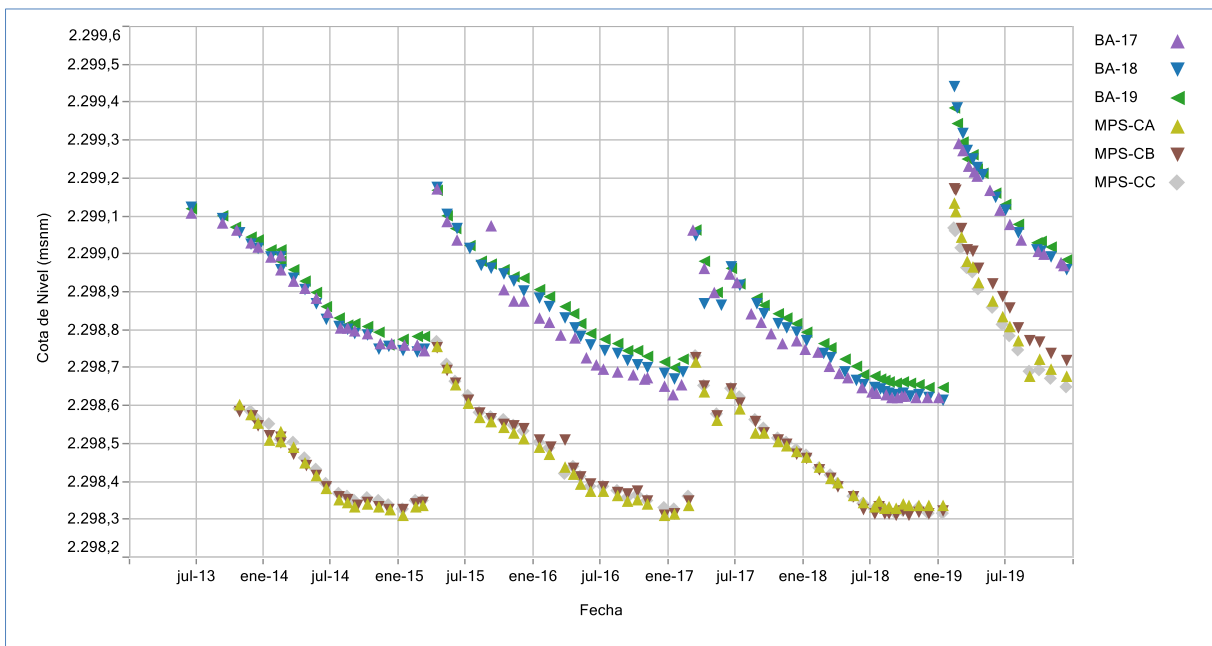
Los multipiezómetros MPS-AA, MPS-AB y MPS-AC presentan tendencia y valores similares de cota, con baja amplitud de variación y con una respuesta a las precipitaciones parecida a la de los puntos BA-21 y BA-22, lo que se explica por ser puntos bastante cercanos. En este

caso, no se detectan diferencias relevantes entre los piezómetros que monitorean el acuífero somero con respecto a los que monitorean el acuífero profundo.

Zona Laguna Interna

En la Figura 5-52 se presentan el registro histórico de cota de nivel freático de los puntos ubicados en el entorno de la Laguna Interna, la cual se ubica sobre el Núcleo del Salar. Esto puntos son BA-17, BA-18, BA-19, MPS-CA, MPS-CB y MPC-CC, y son los que presentan una respuesta más sensible a las perturbaciones del sistema hidrológico en el Sector Peine. Como se puede observar en el registro histórico, todos los puntos presentan marcados ascensos de nivel post eventos de precipitaciones (marzo de 2015, febrero de 2017, junio de 2017 y febrero de 2019) de hasta 90 cm aproximadamente, presentándose, posterior a ello, descensos hasta estabilizar sus niveles. Es claro que, los puntos BA-17, BA-18 y BA-19 presentan la misma evolución histórica, con cotas de nivel similares, al igual que como se observa para el multipiezómetro MPS-C (A, B y C).

Figura 5-52 Variación Temporal de Niveles Zona Laguna Interna



Fuente: Elaboración propia.

Considerando todos los registros y análisis presentados, a modo de resumen para el Sector Peine, se puede decir que:

- En la zona de cotas altas, entre la Zona Marginal y las quebradas aportantes, los niveles son estables y presentan una influencia estacional por las lluvias.

- Los niveles de aguas subterráneas someras, y pozos someros, presentan mayor variabilidad de niveles en la zona más cercana al Núcleo y rápidas respuestas a las precipitaciones, incluso con ascensos hasta de 90 cm, aproximadamente.
- Los niveles en la zona media de las lagunas, presentan un poco menos de variabilidad, de hasta 60 cm aproximadamente, y con tendencia a la estabilización relativa de sus niveles.
- Los niveles someros de las aguas subterráneas, en la zona de la entrada de las lagunas, se presenta con una variabilidad cíclica estacional, de un máximo de 18 cm, aproximadamente.
- En la Zona Media y Laguna Interna, para el año 2019, se tiene un aumento de la cota promedio respecto de la data histórica, favoreciendo los niveles en ambas zonas.
Sector Norte y Borde Este

5.6.3 Sector Norte y Borde Este

El Sector Norte y Borde Este se compone de los puntos de monitoreo de niveles de aguas subterráneas, MP-12A y MP-12C, ubicados en la zona sur y el punto BA-31 (ex LM-15) ubicado en el sistema lagunar Soncor.

En la Figura 5-53 se presenta la ubicación y el detalle de los puntos de monitoreo de niveles de este sector. En la Tabla 5-17, se presentan los resultados de los registros monitoreados para las fechas correspondientes.

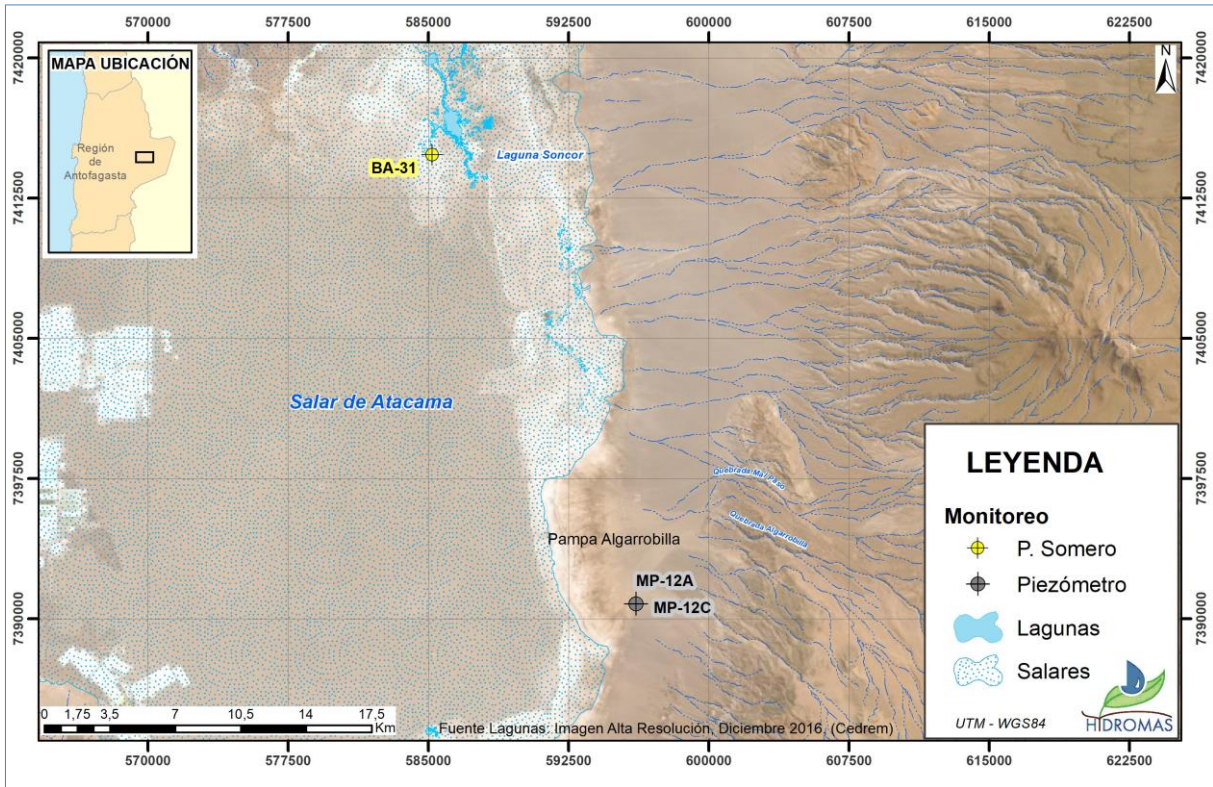
Tabla 5-17 Resultados de niveles en Sector Norte y Borde Este

MP-12A			MP-12C			BA-31 (ex LM-15)		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
09-01-2019	9,326	2.306,906	09-01-2019	9,56	2.307,061	09-01-2019	*	*
13-02-2019	9,318	2.306,914	13-02-2019	9,554	2.307,067	12-02-2019	**	**
22-02-2019	9,295	2.306,937	22-02-2019	9,545	2.307,076	22-02-2019	0,626	2.298,169
09-03-2019	9,295	2.306,937	09-03-2019	9,542	2.307,079	09-03-2019	0,579	2.298,216
18-03-2019	9,28	2.306,952	18-03-2019	9,532	2.307,089	18-03-2019	**	**
05-04-2019	9,281	2.306,951	05-04-2019	9,533	2.307,088	05-04-2019	**	**
18-04-2019	9,267	2.306,965	18-04-2019	9,517	2.307,104	18-04-2019	**	**
07-05-2019	9,273	2.306,959	07-05-2019	9,519	2.307,102	07-05-2019	**	**
13-06-2019	9,267	2.306,965	13-06-2019	9,51	2.307,111	11-06-2019	**	**
10-07-2019	9,27	2.306,962	10-07-2019	9,509	2.307,112	10-07-2019	**	**
06-08-2019	9,265	2.306,967	06-08-2019	9,56	2.307,061	06-08-2019	0,672	2.298,123
17-09-2019	9,256	2.306,976	17-09-2019	9,503	2.307,118	23-09-2019	0,721	2.298,074
17-10-2019	9,257	2.306,975	17-10-2019	9,499	2.307,122	16-10-2019	0,742	2.298,053
14-11-2019	9,255	2.306,977	14-11-2019	9,494	2.307,127	06-11-2019	0,755	2.298,040
10-12-2019	9,257	2.306,975	10-12-2019	9,499	2.307,122	01-12-2019	***	***

*Punto no monitoreado por presencia de flamencos. **Punto no monitoreado por no contar con permiso de la Comunidad de Toconao. *** No se realiza monitoreo por prohibición de acceso de CONAF a las lagunas.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-53 Puntos de medición de Nivel freático en el Sector Norte y Borde Este

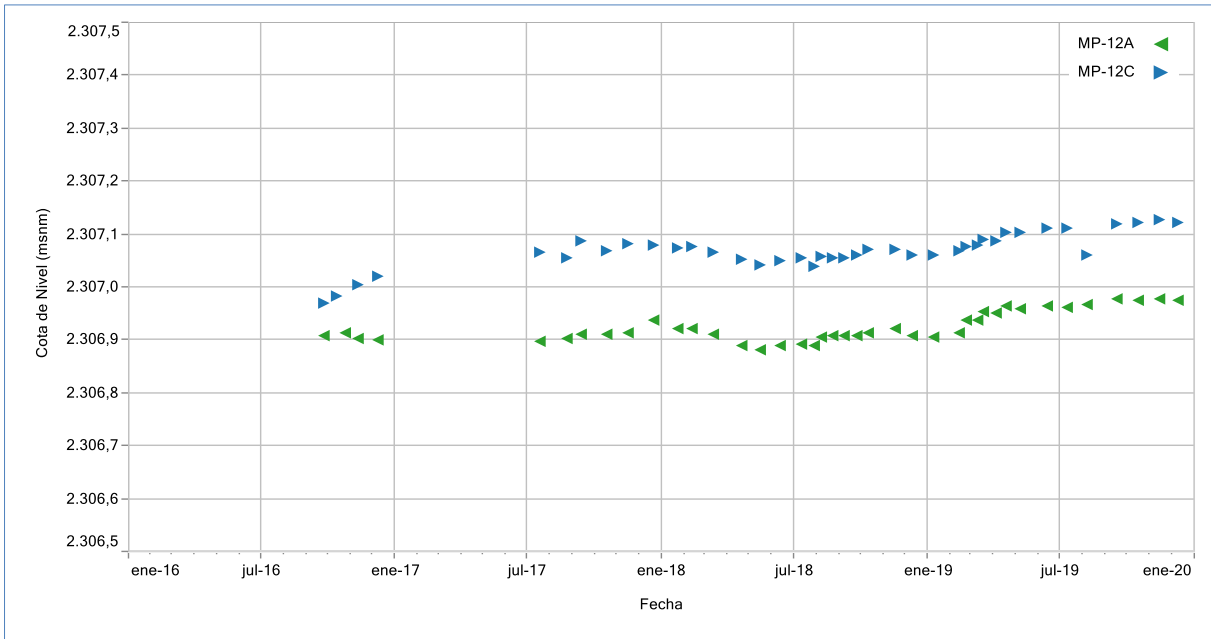


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-54, se presentan los niveles registrados disponibles para los pozos MP-12A y MP-12C. De los datos que se tienen, se observa que en el año 2019 se produce una leve alza de los niveles, con tendencia al ascenso de los mismos.

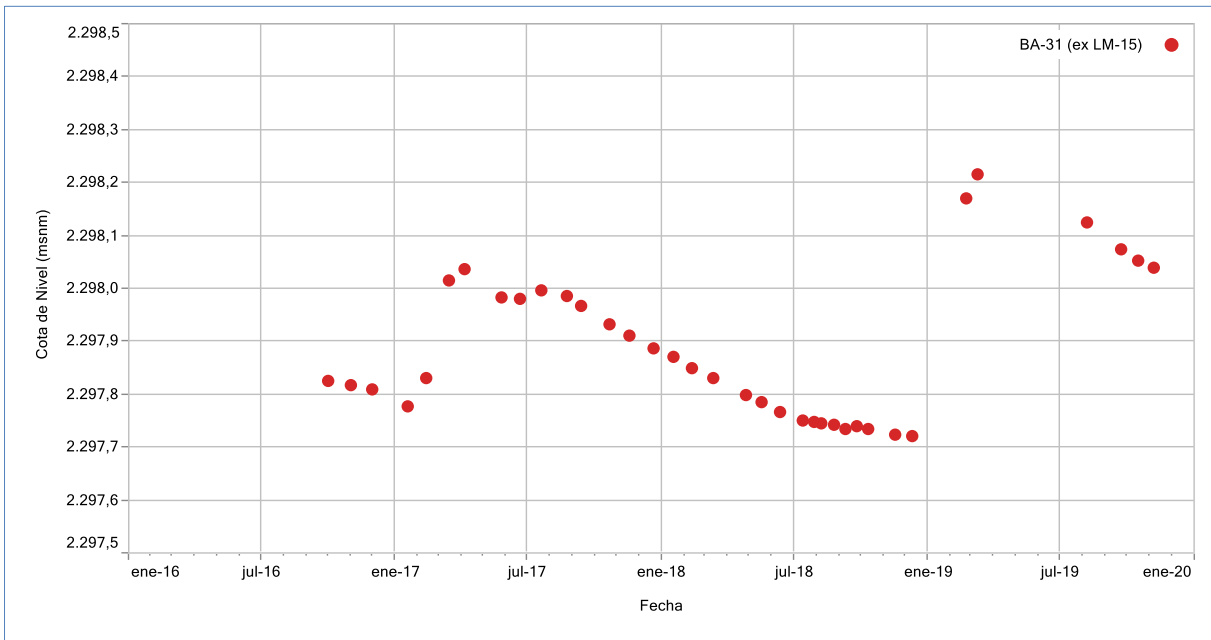
Por otra parte, en la Figura 5-55 se presenta el piezómetro somero BA-31 (ex LM-15), el cual presenta una mayor amplitud en su variación, de 50 cm, aproximadamente, con su registro histórico breve. Sin embargo, es evidente la influencia del evento de precipitaciones de febrero de 2019 que produce un alza en sus niveles.

Figura 5-54 Variación Temporal de Niveles de MP-12A y MP-12C



(*) Medición fue interrumpida entre Enero a Junio 2017, porque la etapa no estaba informada a la SMA.
 Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-55 Variación Temporal de Niveles de BA-31 (ex LM-15)



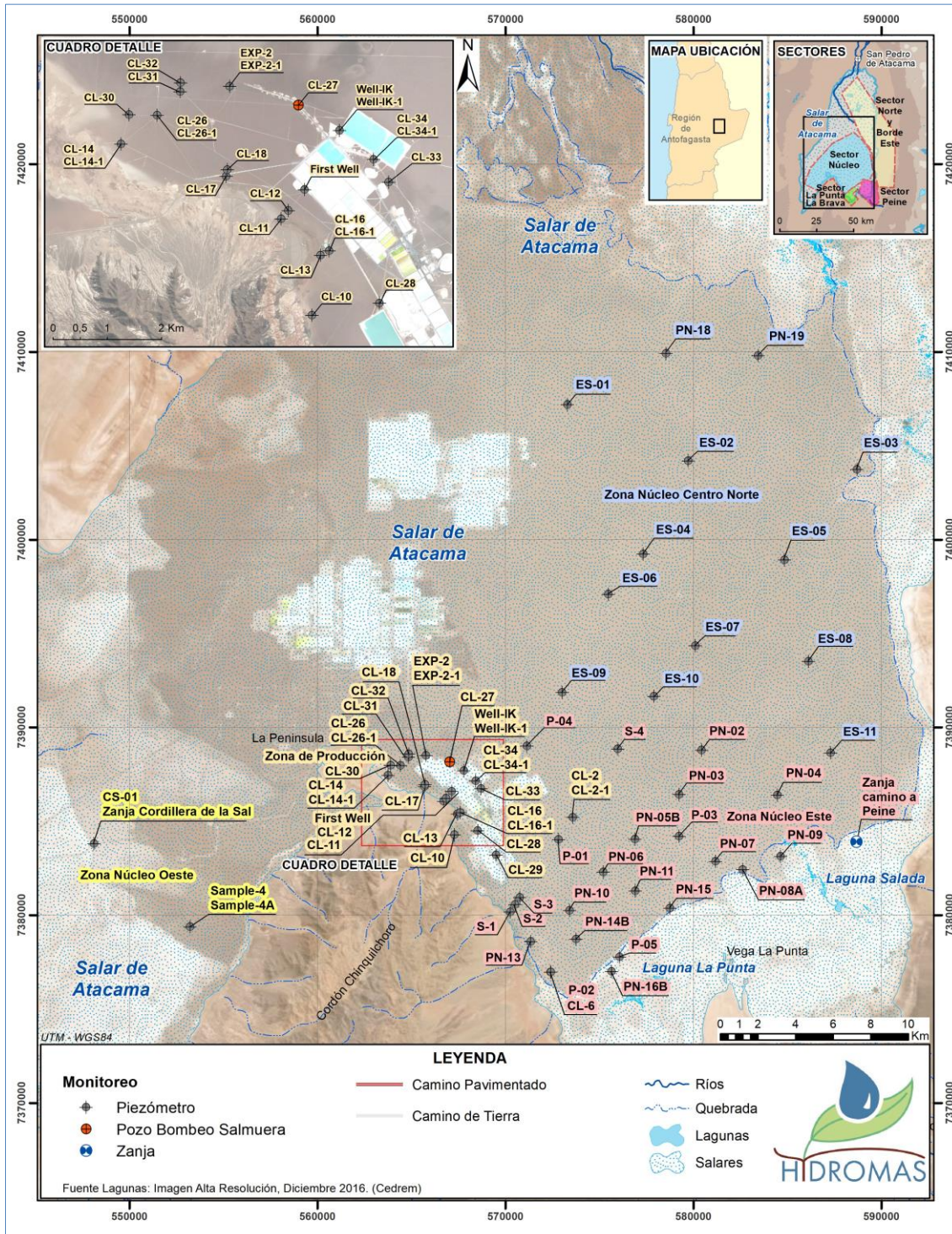
Fuente: Elaboración propia.

5.6.4 Sector Núcleo

En el Sector Núcleo se dispone de 61 pozos de monitoreo de niveles distribuidos en todo el Núcleo del Salar de Atacama. En la Figura 5-56 se presenta la ubicación de los puntos de

monitoreo de este Sector. En la Tabla 5-18 se presentan los resultados de los niveles freáticos en profundidades en cada pozo (referencia desde la cota collar hasta el espejo de agua) y la cota de nivel de agua subterránea respectiva.

Figura 5-56 Puntos de medición de Nivel en el Núcleo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-18 Resultados de Niveles en Sector Núcleo

CL-2-1			CL-6			CL-10		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
29-01-2019	2,076	2.298,416	03-01-2019	1,66	2.298,460	23-01-2019	4,645	2.295,633
07-02-2019	1,408	2.299,084	07-02-2019	1,17	2.298,950	06-02-2019	4,676	2.295,602
25-02-2019	1,341	2.299,151	21-02-2019	0,845	2.299,275	24-02-2019	4,590	2.295,688
10-03-2019	1,371	2.299,121	10-03-2019	0,991	2.299,129	11-03-2019	4,568	2.295,710
25-03-2019	1,415	2.299,077	27-03-2019	1,052	2.299,068	25-03-2019	4,533	2.295,745
11-04-2019	1,453	2.299,039	06-04-2019	1,064	2.299,056	11-04-2019	4,511	2.295,767
19-04-2019	1,47	2.299,022	21-04-2019	1,097	2.299,023	23-04-2019	4,520	2.295,758
03-05-2019	1,495	2.298,997	03-05-2019	1,125	2.298,995	06-05-2019	4,542	2.295,736
01-06-2019	1,557	2.298,935	17-06-2019	1,202	2.298,918	05-06-2019	4,574	2.295,704
01-07-2019	1,61	2.298,882	18-07-2019	1,247	2.298,873	02-07-2019	4,616	2.295,662
01-08-2019	1,662	2.298,830	21-08-2019	1,253	2.298,867	11-08-2019	4,677	2.295,601
15-09-2019	1,683	2.298,809	15-09-2019	1,275	2.298,845	19-09-2019	4,812	2.295,466
03-10-2019	1,689	2.298,803	03-10-2019	1,292	2.298,828	06-10-2019	4,867	2.295,411
01-11-2019	1,696	2.298,796	02-11-2019	1,278	2.298,842	02-11-2019	4,975	2.295,303
01-12-2019	1,716	2.298,776	01-12-2019	1,349	2.298,771	14-12-2019	5,224	2.295,054
CL-11			CL-12			CL-13		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
23-01-2019	7,055	2.293,516	23-01-2019	8,1	2.292,062	23-01-2019	5,185	2.295,478
05-02-2019	7,179	2.293,392	05-02-2019	8,223	2.291,939	05-02-2019	5,224	2.295,439
24-02-2019	7,331	2.293,240	24-02-2019	8,345	2.291,817	24-02-2019	5,246	2.295,417
11-03-2019	7,233	2.293,338	11-03-2019	8,139	2.292,023	11-03-2019	5,252	2.295,411
25-03-2019	7,23	2.293,341	25-03-2019	8,144	2.292,018	25-03-2019	5,227	2.295,436
11-04-2019	6,837	2.293,734	11-04-2019	7,478	2.292,684	11-04-2019	5,199	2.295,464
23-04-2019	6,849	2.293,722	23-04-2019	7,483	2.292,679	23-04-2019	5,192	2.295,471
06-05-2019	6,809	2.293,762	06-05-2019	7,429	2.292,733	06-05-2019	5,175	2.295,488
05-06-2019	6,541	2.294,030	05-06-2019	7,188	2.292,974	05-06-2019	5,167	2.295,496
02-07-2019	6,89	2.293,681	02-07-2019	7,696	2.292,466	02-07-2019	5,172	2.295,491
11-08-2019	7,289	2.293,282	11-08-2019	7,932	2.292,230	11-08-2019	5,245	2.295,418
06-09-2019	8,523	2.292,048	06-09-2019	7,087	2.293,075	19-09-2019	5,325	2.295,338
02-10-2019	7,661	2.292,910	02-10-2019	8,171	2.291,991	02-10-2019	5,349	2.295,314
01-11-2019	7,472	2.293,099	01-11-2019	7,849	2.292,313	01-11-2019	5,398	2.295,265
08-12-2019	7,6	2.292,971	08-12-2019	8,049	2.292,113	14-12-2019	5,479	2.295,184
CL-14-1			CL-16-1			CL-17		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
23-01-2019	9,102	2.291,643	23-01-2019	5,26	2.295,997	23-01-2019	5,987	2.294,273
06-02-2019	8,922	2.291,823	05-02-2019	5,289	2.295,968	11-02-2019	6,071	2.294,189
24-02-2019	8,99	2.291,755	24-02-2019	5,177	2.296,080	24-02-2019	6,207	2.294,053
11-03-2019	9,017	2.291,728	11-03-2019	5,227	2.296,030	11-03-2019	6,194	2.294,066
25-03-2019	9,032	2.291,713	25-03-2019	5,268	2.295,989	25-03-2019	6,004	2.294,256
11-04-2019	9,011	2.291,734	11-04-2019	5,31	2.295,947	11-04-2019	6,079	2.294,181
23-04-2019	9,005	2.291,740	23-04-2019	5,356	2.295,901	23-04-2019	5,945	2.294,315
06-05-2019	8,936	2.291,809	06-05-2019	5,371	2.295,886	06-05-2019	6,164	2.294,096
05-06-2019	8,925	2.291,820	05-06-2019	5,386	2.295,871	05-06-2019	5,797	2.294,463
02-07-2019	8,841	2.291,904	02-07-2019	5,32	2.295,937	02-07-2019	5,702	2.294,558
11-08-2019	8,483	2.292,262	11-08-2019	5,345	2.295,912	11-08-2019	5,706	2.294,554
06-09-2019	8,5	2.292,245	06-09-2019	6,361	2.294,896	06-09-2019	5,625	2.294,635
02-10-2019	8,645	2.292,100	02-10-2019	5,495	2.295,762	02-10-2019	5,636	2.294,624
01-11-2019	8,696	2.292,049	01-11-2019	5,558	2.295,699	01-11-2019	5,466	2.294,794
11-12-2019	8,594	2.292,151	11-12-2019	5,651	2.295,606	11-12-2019	5,067	2.295,193

Tabla 5-18 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Núcleo

CL-18			CL-26-1			CL-27		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
23-01-2019	5,806	2.294,428	23-01-2019	6,74	2.293,769	23-01-2019	4,006	2.296,030
11-02-2019	5,928	2.294,306	06-02-2019	6,742	2.293,767	11-02-2019	3,758	2.296,278
24-02-2019	5,974	2.294,260	24-02-2019	6,632	2.293,877	24-02-2019	3,638	2.296,398
11-03-2019	5,963	2.294,271	11-03-2019	6,511	2.293,998	11-03-2019	3,605	2.296,431
25-03-2019	5,878	2.294,356	25-03-2019	6,453	2.294,056	25-03-2019	3,627	2.296,409
11-04-2019	5,924	2.294,310	11-04-2019	6,397	2.294,112	11-04-2019	3,626	2.296,410
23-04-2019	5,831	2.294,403	23-04-2019	6,386	2.294,123	23-04-2019	3,726	2.296,310
06-05-2019	6,002	2.294,232	06-05-2019	6,375	2.294,134	06-05-2019	3,744	2.296,292
05-06-2019	5,714	2.294,520	05-06-2019	6,363	2.294,146	05-06-2019	3,763	2.296,273
02-07-2019	5,631	2.294,603	02-07-2019	6,374	2.294,135	02-07-2019	3,876	2.296,160
11-08-2019	5,612	2.294,622	11-08-2019	6,395	2.294,114	11-08-2019	3,913	2.296,123
06-09-2019	5,555	2.294,679	06-09-2019	6,361	2.294,148	06-09-2019	3,985	2.296,051
02-10-2019	5,575	2.294,659	03-10-2019	6,338	2.294,171	02-10-2019	4,031	2.296,005
01-11-2019	5,452	2.294,782	01-11-2019	6,357	2.294,152	01-11-2019	4,050	2.295,986
11-12-2019	5,158	2.295,076	08-12-2019	6,294	2.294,215	08-12-2019	4,022	2.296,014
CL-28			CL-29			CL-30		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
23-01-2019	3,078	2.297,802	23-01-2019	2,34	2.298,507	23-01-2019	7,685	2.292,618
05-02-2019	2,886	2.297,994	05-02-2019	2,005	2.298,842	06-02-2019	7,689	2.292,614
24-02-2019	2,777	2.298,103	24-02-2019	1,915	2.298,932	24-02-2019	7,658	2.292,645
11-03-2019	2,859	2.298,021	11-03-2019	1,926	2.298,921	11-03-2019	7,716	2.292,587
25-03-2019	2,95	2.297,930	25-03-2019	1,957	2.298,890	25-03-2019	7,567	2.292,736
11-04-2019	3,054	2.297,826	11-04-2019	1,979	2.298,868	11-04-2019	7,523	2.292,780
23-04-2019	3,119	2.297,761	23-04-2019	2,008	2.298,839	23-04-2019	7,494	2.292,809
06-05-2019	3,182	2.297,698	06-05-2019	2,059	2.298,788	06-05-2019	7,469	2.292,834
05-06-2019	3,339	2.297,541	05-06-2019	2,138	2.298,709	05-06-2019	7,441	2.292,862
02-07-2019	3,456	2.297,424	02-07-2019	2,201	2.298,646	02-07-2019	7,442	2.292,861
11-08-2019	3,667	2.297,213	11-08-2019	2,166	2.298,681	11-08-2019	7,411	2.292,892
19-09-2019	3,805	2.297,075	19-09-2019	2,106	2.298,741	06-09-2019	7,372	2.292,931
02-10-2019	3,857	2.297,023	02-10-2019	2,12	2.298,727	02-10-2019	7,300	2.293,003
01-11-2019	3,952	2.296,928	01-11-2019	2,166	2.298,681	01-11-2019	7,354	2.292,949
14-12-2019	4,066	2.296,814	14-12-2019	2,268	2.298,579	08-12-2019	7,313	2.292,990
CL-31			CL-32			CL-33		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
23-01-2019	3,739	2.296,541	23-01-2019	3,325	2.296,850	23-01-2019	2,755	2.297,578
11-02-2019	3,57	2.296,710	11-02-2019	3,033	2.297,142	06-02-2019	2,704	2.297,629
24-02-2019	3,511	2.296,769	24-02-2019	2,991	2.297,184	24-02-2019	2,497	2.297,836
11-03-2019	3,475	2.296,805	11-03-2019	3,971	2.296,204	11-03-2019	2,423	2.297,910
25-03-2019	3,47	2.296,810	25-03-2019	2,96	2.297,215	25-03-2019	2,353	2.297,980
11-04-2019	3,471	2.296,809	11-04-2019	2,958	2.297,217	11-04-2019	2,319	2.298,014
23-04-2019	3,495	2.296,785	23-04-2019	2,971	2.297,204	23-04-2019	2,365	2.297,968
06-05-2019	3,512	2.296,768	06-05-2019	2,981	2.297,194	06-05-2019	2,351	2.297,982
05-06-2019	3,556	2.296,724	05-06-2019	2,992	2.297,183	05-06-2019	2,314	2.298,019
02-07-2019	3,624	2.296,656	02-07-2019	2,998	2.297,177	02-07-2019	2,479	2.297,854
11-08-2019	3,58	2.296,700	11-08-2019	3,032	2.297,143	11-08-2019	2,272	2.298,061
06-09-2019	3,554	2.296,726	06-09-2019	3,084	2.297,091	05-09-2019	2,167	2.298,166
02-10-2019	3,555	2.296,725	02-10-2019	3,09	2.297,085	02-10-2019	2,126	2.298,207
01-11-2019	3,583	2.296,697	01-11-2019	3,109	2.297,066	01-11-2019	2,224	2.298,109
08-12-2019	3,566	2.296,714	08-12-2019	3,127	2.297,048	08-12-2019	2,302	2.298,031

Tabla 5-18 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Núcleo

CL-34-1			CS-01			ES-01		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
23-01-2019	3,89	2.296,421	23-01-2019	7,266	2.293,598	04-01-2019	2,199	2.297,726
06-02-2019	3,727	2.296,584	07-02-2019	7,285	2.293,579	17-01-2019	2,203	2.297,722
24-02-2019	3,568	2.296,743	24-02-2019	7,295	2.293,569	08-02-2019	1,588	2.298,337
11-03-2019	3,332	2.296,979	12-03-2019	7,31	2.293,554	21-02-2019	1,484	2.298,441
25-03-2019	3,428	2.296,883	25-03-2019	7,328	2.293,536	07-03-2019	1,499	2.298,426
11-04-2019	3,634	2.296,677	11-04-2019	7,326	2.293,538	21-03-2019	1,525	2.298,400
23-04-2019	3,688	2.296,623	23-04-2019	7,349	2.293,515	06-04-2019	1,560	2.298,365
06-05-2019	3,734	2.296,577	06-05-2019	7,363	2.293,501	21-04-2019	1,586	2.298,339
05-06-2019	3,728	2.296,583	05-06-2019	7,379	2.293,485	09-05-2019	1,614	2.298,311
02-07-2019	3,723	2.296,588	02-07-2019	7,399	2.293,465	23-05-2019	1,653	2.298,272
11-08-2019	3,705	2.296,606	11-08-2019	7,405	2.293,459	03-06-2019	1,677	2.298,248
05-09-2019	3,703	2.296,608	20-09-2019	7,424	2.293,440	18-06-2019	1,707	2.298,218
02-10-2019	3,689	2.296,622	02-10-2019	7,415	2.293,449	09-07-2019	1,748	2.298,177
01-11-2019	3,809	2.296,502	02-11-2019	7,43	2.293,434	23-07-2019	1,763	2.298,162
11-12-2019	3,61	2.296,701	01-12-2019	7,434	2.293,430	08-08-2019	1,802	2.298,123
						22-08-2019	1,808	2.298,117
						07-09-2019	1,806	2.298,119
						22-09-2019	1,817	2.298,108
						08-10-2019	1,815	2.298,110
						08-11-2019	1,810	2.298,115
						21-11-2019	1,824	2.298,101
						02-12-2019	1,835	2.298,090
ES-02			ES-03			ES-04		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
04-01-2019	2,108	2.297,666	04-01-2019	1,832	2.297,705	04-01-2019	2,086	2.297,786
17-01-2019	2,114	2.297,660	17-01-2019	1,838	2.297,699	17-01-2019	2,091	2.297,781
08-02-2019	1,402	2.298,372	08-02-2019	0,97	2.298,567	08-02-2019	1,386	2.298,486
21-02-2019	1,375	2.298,399	21-02-2019	1,046	2.298,491	21-02-2019	1,345	2.298,527
07-03-2019	1,402	2.298,372	07-03-2019	1,123	2.298,414	07-03-2019	1,374	2.298,498
21-03-2019	1,437	2.298,337	21-03-2019	1,165	2.298,372	21-03-2019	1,409	2.298,463
06-04-2019	1,475	2.298,299	06-04-2019	1,198	2.298,339	06-04-2019	1,443	2.298,429
21-04-2019	1,5	2.298,274	21-04-2019	1,227	2.298,310	21-04-2019	1,472	2.298,400
09-05-2019	1,525	2.298,249	09-05-2019	1,246	2.298,291	09-05-2019	1,501	2.298,371
23-05-2019	1,57	2.298,204	23-05-2019	1,298	2.298,239	23-05-2019	1,541	2.298,331
03-06-2019	1,591	2.298,183	03-06-2019	1,314	2.298,223	03-06-2019	1,564	2.298,308
18-06-2019	1,618	2.298,156	18-06-2019	1,333	2.298,204	18-06-2019	1,594	2.298,278
09-07-2019	1,657	2.298,117	09-07-2019	1,368	2.298,169	09-07-2019	1,637	2.298,235
23-07-2019	1,668	2.298,106	23-07-2019	1,377	2.298,160	23-07-2019	1,650	2.298,222
08-08-2019	1,712	2.298,062	08-08-2019	1,416	2.298,121	08-08-2019	1,688	2.298,184
22-08-2019	1,715	2.298,059	22-08-2019	1,421	2.298,116	22-08-2019	1,692	2.298,180
07-09-2019	1,715	2.298,059	07-09-2019	1,419	2.298,118	07-09-2019	1,692	2.298,180
22-09-2019	1,728	2.298,046	22-09-2019	1,432	2.298,105	22-09-2019	1,705	2.298,167
08-10-2019	1,725	2.298,049	08-10-2019	1,44	2.298,097	08-10-2019	1,705	2.298,167
08-11-2019	1,73	2.298,044	08-11-2019	1,437	2.298,100	08-11-2019	1,707	2.298,165
21-11-2019	1,735	2.298,039	21-11-2019	1,451	2.298,086	21-11-2019	1,713	2.298,159
02-12-2019	1,746	2.298,028	02-12-2019	1,462	2.298,075	02-12-2019	1,725	2.298,147

Tabla 5-18 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Núcleo

ES-05			ES-06			ES-07		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
04-01-2019	1,997	2.297,767	04-01-2019	2,125	2.297,878	04-01-2019	2,067	2.297,949
17-01-2019	2,004	2.297,760	17-01-2019	2,13	2.297,873	17-01-2019	2,073	2.297,943
08-02-2019	1,193	2.298,571	08-02-2019	1,434	2.298,569	08-02-2019	1,310	2.298,706
21-02-2019	1,236	2.298,528	21-02-2019	1,386	2.298,617	21-02-2019	1,309	2.298,707
07-03-2019	1,275	2.298,489	07-03-2019	1,418	2.298,585	07-03-2019	1,351	2.298,665
21-03-2019	1,316	2.298,448	21-03-2019	1,452	2.298,551	21-03-2019	1,389	2.298,627
06-04-2019	1,358	2.298,406	06-04-2019	1,488	2.298,515	06-04-2019	1,427	2.298,589
21-04-2019	1,384	2.298,380	21-04-2019	1,518	2.298,485	21-04-2019	1,455	2.298,561
09-05-2019	1,406	2.298,358	09-05-2019	1,548	2.298,455	09-05-2019	1,485	2.298,531
23-05-2019	1,458	2.298,306	23-05-2019	1,586	2.298,417	23-05-2019	1,525	2.298,491
03-06-2019	1,477	2.298,287	03-06-2019	1,609	2.298,394	03-06-2019	1,549	2.298,467
18-06-2019	1,502	2.298,262	18-06-2019	1,638	2.298,365	18-06-2019	1,577	2.298,439
09-07-2019	1,544	2.298,220	09-07-2019	1,68	2.298,323	09-07-2019	1,617	2.298,399
23-07-2019	1,556	2.298,208	23-07-2019	1,695	2.298,308	23-07-2019	1,631	2.298,385
08-08-2019	1,597	2.298,167	08-08-2019	1,733	2.298,270	08-08-2019	1,670	2.298,346
22-08-2019	1,602	2.298,162	22-08-2019	1,738	2.298,265	22-08-2019	1,675	2.298,341
07-09-2019	1,6	2.298,164	07-09-2019	1,739	2.298,264	07-09-2019	1,678	2.298,338
22-09-2019	1,61	2.298,154	22-09-2019	1,75	2.298,253	22-09-2019	1,688	2.298,328
08-10-2019	1,615	2.298,149	08-10-2019	1,75	2.298,253	08-10-2019	1,687	2.298,329
08-11-2019	1,613	2.298,151	08-11-2019	1,75	2.298,253	08-11-2019	1,688	2.298,328
21-11-2019	1,623	2.298,141	21-11-2019	1,76	2.298,243	21-11-2019	1,697	2.298,319
02-12-2019	1,632	2.298,132	02-12-2019	1,77	2.298,233	02-12-2019	1,707	2.298,309
ES-08			ES-09			ES-10		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
04-01-2019	2,01	2.297,893	29-01-2019	2,054	2.298,155	29-01-2019	1,955	2.298,060
17-01-2019	2,017	2.297,886	06-02-2019	1,378	2.298,831	06-02-2019	1,194	2.298,821
08-02-2019	1,141	2.298,762	25-02-2019	1,313	2.298,896	25-02-2019	1,202	2.298,813
21-02-2019	1,225	2.298,678	07-03-2019	1,336	2.298,873	07-03-2019	1,232	2.298,783
07-03-2019	1,283	2.298,620	21-03-2019	1,367	2.298,842	21-03-2019	1,266	2.298,749
21-03-2019	1,322	2.298,581	06-04-2019	1,406	2.298,803	06-04-2019	1,306	2.298,709
06-04-2019	1,364	2.298,539	21-04-2019	1,438	2.298,771	21-04-2019	1,338	2.298,677
21-04-2019	1,393	2.298,510	09-05-2019	1,47	2.298,739	09-05-2019	1,366	2.298,649
09-05-2019	1,421	2.298,482	03-06-2019	1,531	2.298,678	03-06-2019	1,430	2.298,585
23-05-2019	1,463	2.298,440	09-07-2019	1,603	2.298,606	09-07-2019	1,498	2.298,517
03-06-2019	1,485	2.298,418	08-08-2019	1,655	2.298,554	08-08-2019	1,552	2.298,463
18-06-2019	1,51	2.298,393	15-09-2019	1,664	2.298,545	15-09-2019	1,561	2.298,454
09-07-2019	1,549	2.298,354	06-10-2019	1,667	2.298,542	06-10-2019	1,566	2.298,449
23-07-2019	1,558	2.298,345	05-11-2019	1,669	2.298,540	05-11-2019	1,569	2.298,446
08-08-2019	1,601	2.298,302	09-12-2019	1,702	2.298,507	09-12-2019	1,598	2.298,417
22-08-2019	1,609	2.298,294						
07-09-2019	1,609	2.298,294						
22-09-2019	1,62	2.298,283						
08-10-2019	1,623	2.298,280						
08-11-2019	1,62	2.298,283						
21-11-2019	1,631	2.298,272						
02-12-2019	1,641	2.298,262						

Tabla 5-18 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Núcleo

ES-11			EXP-2-1			First well		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
04-01-2019	1,874	2.297,712	23-01-2019	3,348	2.297,250	23-01-2019	4,490	2.295,589
08-02-2019	0,989	2.298,597	11-02-2019	2,99	2.297,608	05-02-2019	4,530	2.295,549
21-02-2019	1,095	2.298,491	24-02-2019	3,009	2.297,589	24-02-2019	4,525	2.295,554
07-03-2019	1,16	2.298,426	11-03-2019	2,96	2.297,638	11-03-2019	4,549	2.295,530
21-03-2019	1,204	2.298,382	25-03-2019	2,974	2.297,624	25-03-2019	4,545	2.295,534
06-04-2019	1,249	2.298,337	11-04-2019	2,98	2.297,618	11-04-2019	4,523	2.295,556
21-04-2019	1,273	2.298,313	23-04-2019	2,996	2.297,602	23-04-2019	4,489	2.295,590
09-05-2019	1,297	2.298,289	06-05-2019	3,022	2.297,576	06-05-2019	4,416	2.295,663
23-05-2019	1,342	2.298,244	05-06-2019	3,12	2.297,478	05-06-2019	4,395	2.295,684
03-06-2019	1,36	2.298,226	02-07-2019	3,055	2.297,543	02-07-2019	4,451	2.295,628
18-06-2019	1,382	2.298,204	11-08-2019	3,081	2.297,517	11-08-2019	4,620	2.295,459
09-07-2019	1,42	2.298,166	06-09-2019	3,1	2.297,498	19-09-2019	4,715	2.295,364
23-07-2019	1,421	2.298,165	02-10-2019	3,056	2.297,542	02-10-2019	4,744	2.295,335
08-08-2019	1,468	2.298,118	01-11-2019	3,075	2.297,523	01-11-2019	4,780	2.295,299
22-08-2019	1,479	2.298,107	11-12-2019	3,148	2.297,450	14-12-2019	4,834	2.295,245
07-09-2019	1,476	2.298,110						
08-10-2019	1,495	2.298,091						
08-11-2019	1,491	2.298,095						
21-11-2019	1,499	2.298,087						
02-12-2019	1,511	2.298,075						
P-01			P-02			P-03		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
29-01-2019	2,116	2.298,512	03-01-2019	1,891	2.298,544	01-01-2019	2,154	2.298,554
05-02-2019	1,488	2.299,140	05-02-2019	1,382	2.299,053	07-02-2019	1,396	2.299,312
21-02-2019	1,361	2.299,267	21-02-2019	1,065	2.299,370	21-02-2019	1,390	2.299,318
07-03-2019	1,405	2.299,223	10-03-2019	1,213	2.299,222	09-03-2019	1,451	2.299,257
21-03-2019	1,447	2.299,181	27-03-2019	1,274	2.299,161	23-03-2019	1,505	2.299,203
06-04-2019	1,477	2.299,151	06-04-2019	1,287	2.299,148	07-04-2019	1,528	2.299,180
21-04-2019	1,504	2.299,124	21-04-2019	1,32	2.299,115	19-04-2019	1,553	2.299,155
03-05-2019	1,529	2.299,099	03-05-2019	1,342	2.299,093	21-05-2019	1,618	2.299,090
01-06-2019	1,591	2.299,037	17-06-2019	1,424	2.299,011	17-06-2019	1,663	2.299,045
01-07-2019	1,643	2.298,985	18-07-2019	1,468	2.298,967	18-07-2019	1,718	2.298,990
01-08-2019	1,694	2.298,934	21-08-2019	1,473	2.298,962	21-08-2019	1,757	2.298,951
15-09-2019	1,716	2.298,912	15-09-2019	1,495	2.298,940	15-09-2019	1,754	2.298,954
03-10-2019	1,726	2.298,902	03-10-2019	1,515	2.298,920	06-10-2019	1,770	2.298,938
02-11-2019	1,73	2.298,898	02-11-2019	1,504	2.298,931	01-11-2019	1,773	2.298,935
01-12-2019	1,753	2.298,875	01-12-2019	1,571	2.298,864	01-12-2019	1,790	2.298,918

Tabla 5-18 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Núcleo

P-04			P-05			PN-02		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
29-01-2019	2,198	2.298,351	03-01-2019	1,305	2.298,539	01-01-2019	1,983	2.298,107
07-02-2019	1,534	2.299,015	12-02-2019	0,79	2.299,054	07-02-2019	1,188	2.298,902
25-02-2019	1,456	2.299,093	23-02-2019	0,743	2.299,101	25-02-2019	1,237	2.298,853
09-03-2019	1,474	2.299,075	10-03-2019	0,742	2.299,102	09-03-2019	1,265	2.298,825
23-03-2019	1,519	2.299,030	26-03-2019	0,76	2.299,084	23-03-2019	1,319	2.298,771
11-04-2019	1,554	2.298,995	02-04-2019	0,767	2.299,077	07-04-2019	1,347	2.298,743
20-04-2019	1,573	2.298,976	18-04-2019	0,786	2.299,058	19-04-2019	1,373	2.298,717
16-05-2019	1,637	2.298,912	19-05-2019	0,825	2.299,019	03-05-2019	1,398	2.298,692
27-06-2019	1,716	2.298,833	17-06-2019	0,861	2.298,983	01-06-2019	1,460	2.298,630
30-07-2019	1,783	2.298,766	16-07-2019	0,894	2.298,950	01-07-2019	1,517	2.298,573
23-08-2019	1,798	2.298,751	13-08-2019	0,933	2.298,911	01-08-2019	1,570	2.298,520
15-09-2019	1,803	2.298,746	13-09-2019	0,957	2.298,887	15-09-2019	1,594	2.298,496
03-10-2019	1,807	2.298,742	07-10-2019	0,976	2.298,868	06-10-2019	1,602	2.298,488
01-11-2019	1,813	2.298,736	09-11-2019	1,06	2.298,784	02-11-2019	1,600	2.298,490
01-12-2019	1,834	2.298,715	21-12-2019	1,045	2.298,799	09-12-2019	1,634	2.298,456
PN-03			PN-04			PN-05B*		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
01-01-2019	2,07	2.297,451	01-01-2019	2,006	2.298,120	01-01-2019	2,205	2.298,607
07-02-2019	1,286	2.298,235	07-02-2019	1,193	2.298,933	22-01-2019	2,216	2.298,596
25-02-2019	1,323	2.298,198	25-02-2019	1,259	2.298,867	06-02-2019	1,533	2.299,279
09-03-2019	1,351	2.298,170	09-03-2019	1,294	2.298,832	24-02-2019	1,464	2.299,348
23-03-2019	1,404	2.298,117	23-03-2019	1,348	2.298,778	09-03-2019	1,508	2.299,304
07-04-2019	1,43	2.298,091	07-04-2019	1,372	2.298,754	21-03-2019	1,544	2.299,268
19-04-2019	1,457	2.298,064	19-04-2019	1,401	2.298,725	07-04-2019	1,580	2.299,232
03-05-2019	1,484	2.298,037	03-05-2019	1,421	2.298,705	18-04-2019	1,606	2.299,206
01-06-2019	1,545	2.297,976	01-06-2019	1,482	2.298,644	03-05-2019	1,638	2.299,174
01-07-2019	1,598	2.297,923	01-07-2019	1,534	2.298,592	19-05-2019	1,664	2.299,148
01-08-2019	1,653	2.297,868	01-08-2019	1,583	2.298,543	01-06-2019	1,690	2.299,122
15-09-2019	1,678	2.297,843	30-09-2019	1,616	2.298,510	17-06-2019	1,723	2.299,089
06-10-2019	1,684	2.297,837	29-10-2019	1,631	2.298,495	01-07-2019	1,745	2.299,067
01-11-2019	1,687	2.297,834	01-11-2019	***	***	16-07-2019	1,765	2.299,047
01-12-2019	1,706	2.297,815	06-12-2019	1,654	2.298,472	01-08-2019	1,795	2.299,017
						13-08-2019	1,811	2.299,001
						13-09-2019	1,818	2.298,994
						30-09-2019	1,821	2.298,991
						13-10-2019	1,822	2.298,990
						28-10-2019	1,83	2.298,982
						16-11-2019	1,837	2.298,975
						24-11-2019	1,845	2.298,967
						01-12-2019	1,854	2.298,958
						14-12-2019	1,863	2.298,949

Tabla 5-18 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Núcleo

PN-06			PN-07			PN-08A*		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
01-01-2019	2,11	2.298,380	01-01-2019	2,063	2.298,258	01-01-2019	2,152	2.298,564
07-02-2019	1,481	2.299,009	07-02-2019	1,385	2.298,936	22-01-2019	2,152	2.298,564
25-02-2019	1,398	2.299,092	25-02-2019	1,383	2.298,938	06-02-2019	1,759	2.298,957
09-03-2019	1,424	2.299,066	09-03-2019	1,401	2.298,920	24-02-2019	1,498	2.299,218
23-03-2019	1,471	2.299,019	23-03-2019	1,454	2.298,867	09-03-2019	1,534	2.299,182
07-04-2019	1,495	2.298,995	07-04-2019	1,48	2.298,841	21-03-2019	1,555	2.299,161
20-04-2019	1,52	2.298,970	19-04-2019	1,49	2.298,831	07-04-2019	1,588	2.299,128
03-05-2019	1,546	2.298,944	21-05-2019	1,545	2.298,776	20-04-2019	1,601	2.299,115
01-06-2019	1,606	2.298,884	15-06-2019	1,578	2.298,743	03-05-2019	1,618	2.299,098
01-07-2019	1,657	2.298,833	24-07-2019	1,631	2.298,690	19-05-2019	1,638	2.299,078
01-08-2019	1,707	2.298,783	21-08-2019	1,67	2.298,651	01-06-2019	1,666	2.299,050
21-09-2019	1,73	2.298,760	19-09-2019	1,683	2.298,638	17-06-2019	1,693	2.299,023
30-10-2019	1,742	2.298,748	07-10-2019	1,695	2.298,626	01-07-2019	1,712	2.299,004
08-11-2019	1,75	2.298,740	08-11-2019	1,7	2.298,621	16-07-2019	1,726	2.298,990
01-12-2019	1,767	2.298,723	06-12-2019	1,709	2.298,612	01-08-2019	1,758	2.298,958
						13-08-2019	1,765	2.298,951
						13-09-2019	1,776	2.298,940
						30-09-2019	1,788	2.298,928
						13-10-2019	1,794	2.298,922
						28-10-2019	1,799	2.298,917
						19-11-2019	1,812	2.298,904
						06-12-2019	1,824	2.298,892
						20-12-2019	1,837	2.298,879
PN-09			PN-10			PN-11		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
01-01-2019	1,786	2.297,861	03-01-2019	2,015	2.298,207	01-01-2019	2,001	2.298,409
06-02-2019	1,173	2.298,474	06-02-2019	1,434	2.298,788	05-02-2019	1,498	2.298,912
25-02-2019	1,097	2.298,550	23-02-2019	1,289	2.298,933	25-02-2019	1,346	2.299,064
09-03-2019	1,123	2.298,524	10-03-2019	1,341	2.298,881	09-03-2019	1,347	2.299,063
23-03-2019	1,174	2.298,473	27-03-2019	1,381	2.298,841	23-03-2019	1,395	2.299,015
07-04-2019	1,197	2.298,450	06-04-2019	1,401	2.298,821	07-04-2019	1,398	2.299,012
19-04-2019	1,207	2.298,440	21-04-2019	1,428	2.298,794	20-04-2019	1,425	2.298,985
19-05-2019	1,243	2.298,404	03-05-2019	1,453	2.298,769	03-05-2019	1,449	2.298,961
01-06-2019	1,276	2.298,371	01-06-2019	1,507	2.298,715	01-06-2019	1,498	2.298,912
01-07-2019	1,322	2.298,325	01-07-2019	1,559	2.298,663	01-07-2019	1,534	2.298,876
01-08-2019	1,365	2.298,282	01-08-2019	1,608	2.298,614	01-08-2019	1,577	2.298,833
13-09-2019	1,388	2.298,259	15-09-2019	1,635	2.298,587	21-09-2019	1,606	2.298,804
28-10-2019	1,422	2.298,225	06-10-2019	1,64	2.298,582	05-10-2019	1,619	2.298,791
08-11-2019	1,42	2.298,227	02-11-2019	1,646	2.298,576	02-11-2019	1,611	2.298,799
06-12-2019	1,446	2.298,201	01-12-2019	1,675	2.298,547	01-12-2019	1,657	2.298,753

Tabla 5-18 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Núcleo

PN-13			PN-14B*			PN-15		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
01-01-2019	1,858	2.298,506	03-01-2019	2,223	2.298,219	01-01-2019	1,962	2.298,406
06-02-2019	1,558	2.298,806	22-01-2019	2,236	2.298,206	06-02-2019	1,679	2.298,689
23-02-2019	1,059	2.299,305	06-02-2019	1,728	2.298,714	25-02-2019	1,396	2.298,972
10-03-2019	1,186	2.299,178	24-02-2019	1,51	2.298,932	09-03-2019	1,385	2.298,983
27-03-2019	1,25	2.299,114	09-03-2019	1,549	2.298,893	23-03-2019	1,431	2.298,937
06-04-2019	1,278	2.299,086	21-03-2019	1,577	2.298,865	07-04-2019	1,448	2.298,920
21-04-2019	1,304	2.299,060	07-04-2019	1,622	2.298,820	19-04-2019	1,457	2.298,911
03-05-2019	1,342	2.299,022	18-04-2019	1,642	2.298,800	21-05-2019	1,492	2.298,876
01-06-2019	1,405	2.298,959	03-05-2019	1,671	2.298,771	15-06-2019	1,517	2.298,851
01-07-2019	1,446	2.298,918	19-05-2019	1,692	2.298,750	24-07-2019	1,561	2.298,807
01-08-2019	1,476	2.298,888	01-06-2019	1,722	2.298,720	21-08-2019	1,595	2.298,773
15-09-2019	1,482	2.298,882	17-06-2019	1,748	2.298,694	19-09-2019	1,611	2.298,757
03-10-2019	1,495	2.298,869	01-07-2019	1,767	2.298,675	07-10-2019	1,621	2.298,747
02-11-2019	1,479	2.298,885	16-07-2019	1,78	2.298,662	02-11-2019	1,608	2.298,760
01-12-2019	1,539	2.298,825	01-08-2019	1,81	2.298,632	09-12-2019	1,652	2.298,716
			13-08-2019	1,827	2.298,615			
			13-09-2019	1,835	2.298,607			
			30-09-2019	1,838	2.298,604			
			13-10-2019	1,838	2.298,604			
			28-10-2019	1,851	2.298,591			
			16-11-2019	1,864	2.298,578			
			24-11-2019	1,865	2.298,577			
			01-12-2019	1,887	2.298,555			
			14-12-2019	1,884	2.298,558			
PN-16B*			PN-18			PN-19		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
03-01-2019	1,658	2.298,757	04-01-2019	2,077	2.297,636	04-01-2019	2,027	2.297,423
22-01-2019	1,665	2.298,750	17-01-2019	2,087	2.297,626	17-01-2019	2,035	2.297,415
12-02-2019	1,255	2.299,160	08-02-2019	1,605	2.298,108	08-02-2019	1,359	2.298,091
23-02-2019	1,126	2.299,289	21-02-2019	1,4	2.298,313	21-02-2019	1,309	2.298,141
09-03-2019	1,093	2.299,322	07-03-2019	1,398	2.298,315	07-03-2019	1,319	2.298,131
21-03-2019	1,099	2.299,316	21-03-2019	1,418	2.298,295	21-03-2019	1,342	2.298,108
07-04-2019	1,123	2.299,292	06-04-2019	1,446	2.298,267	06-04-2019	1,373	2.298,077
18-04-2019	1,134	2.299,281	21-04-2019	1,461	2.298,252	21-04-2019	1,397	2.298,053
03-05-2019	1,154	2.299,261	09-05-2019	1,483	2.298,230	09-05-2019	1,418	2.298,032
19-05-2019	1,174	2.299,241	23-05-2019	1,525	2.298,188	23-05-2019	1,458	2.297,992
01-06-2019	1,19	2.299,225	03-06-2019	1,555	2.298,158	03-06-2019	1,489	2.297,961
17-06-2019	1,208	2.299,207	18-06-2019	1,578	2.298,135	18-06-2019	1,516	2.297,934
01-07-2019	1,22	2.299,195	09-07-2019	1,621	2.298,092	09-07-2019	1,546	2.297,904
16-07-2019	1,229	2.299,186	23-07-2019	1,628	2.298,085	23-07-2019	1,557	2.297,893
01-08-2019	1,247	2.299,168	08-08-2019	1,671	2.298,042	08-08-2019	1,595	2.297,855
13-08-2019	1,265	2.299,150	22-08-2019	1,677	2.298,036	22-08-2019	1,604	2.297,846
13-09-2019	1,293	2.299,122	07-09-2019	1,674	2.298,039	07-09-2019	1,610	2.297,840
30-09-2019	1,311	2.299,104	22-09-2019	1,686	2.298,027	22-09-2019	1,620	2.297,830
18-10-2019	1,336	2.299,079	08-10-2019	1,693	2.298,020	08-10-2019	1,621	2.297,829
28-10-2019	1,349	2.299,066	08-11-2019	1,694	2.298,019	08-11-2019	1,627	2.297,823
19-11-2019	1,374	2.299,041	21-11-2019	1,695	2.298,018	21-11-2019	1,638	2.297,812
06-12-2019	1,393	2.299,022	02-12-2019	1,7	2.298,013	02-12-2019	1,648	2.297,802
21-12-2019	1,411	2.299,004						

Tabla 5-18 (Cont.) Resultados de Niveles en Sector Núcleo

S-1			S-2 (**Reemplazado por S-2-1 jun/19)			S-3		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
29-01-2019	1,995	2.298,518	29-01-2019	****	****	29-01-2019	2,020	2.298,471
05-02-2019	1,535	2.298,978	05-02-2019	1,39	2.298,943	05-02-2019	1,538	2.298,953
21-02-2019	1,26	2.299,253	21-02-2019	1,105	2.299,228	25-02-2019	1,350	2.299,141
07-03-2019	1,318	2.299,195	07-03-2019	****	****	07-03-2019	1,397	2.299,094
21-03-2019	1,353	2.299,160	21-03-2019	1,230	2.299,103	21-03-2019	1,426	2.299,065
06-04-2019	1,385	2.299,128	06-04-2019	1,262	2.299,071	06-04-2019	1,466	2.299,025
21-04-2019	1,413	2.299,100	21-04-2019	1,292	2.299,041	21-04-2019	1,477	2.299,014
16-05-2019	1,468	2.299,045	16-05-2019	1,348	2.298,985	16-05-2019	1,537	2.298,954
27-06-2019	1,533	2.298,980	27-06-2019**	1,811	2.299,235	27-06-2019	1,603	2.298,888
30-07-2019	1,593	2.298,920	30-07-2019**	1,875	2.299,171	30-07-2019	1,668	2.298,823
23-08-2019	1,609	2.298,904	23-08-2019**	1,893	2.299,153	23-08-2019	1,692	2.298,799
15-09-2019	1,615	2.298,898	15-09-2019**	1,892	2.299,154	15-09-2019	1,683	2.298,808
03-10-2019	1,62	2.298,893	03-10-2019**	1,905	2.299,141	03-10-2019	1,701	2.298,790
02-11-2019	1,633	2.298,880	02-11-2019**	1,920	2.299,126	02-11-2019	1,709	2.298,782
01-12-2019	1,661	2.298,852				01-12-2019	1,743	2.298,748
S-4			SAMPLE-4A			Well-IK-1		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)
29-01-2019	1,86	2.298,351	26-01-2019	7,263	2.293,925	23-01-2019	4,017	2.296,516
07-02-2019	1,144	2.299,067	07-02-2019	7,288	2.293,900	07-02-2019	3,854	2.296,679
25-02-2019	1,127	2.299,084	24-02-2019	7,311	2.293,877	24-02-2019	3,833	2.296,700
09-03-2019	1,151	2.299,060	12-03-2019	7,335	2.293,853	11-03-2019	3,840	2.296,693
23-03-2019	1,195	2.299,016	25-03-2019	7,356	2.293,832	25-03-2019	3,813	2.296,720
11-04-2019	1,227	2.298,984	11-04-2019	7,367	2.293,821	11-04-2019	3,838	2.296,695
20-04-2019	1,248	2.298,963	23-04-2019	7,388	2.293,800	23-04-2019	3,879	2.296,654
16-05-2019	1,31	2.298,901	06-05-2019	7,396	2.293,792	06-05-2019	3,954	2.296,579
27-06-2019	1,384	2.298,827	05-06-2019	7,428	2.293,760	05-06-2019	4,003	2.296,530
30-07-2019	1,453	2.298,758	02-07-2019	7,461	2.293,727	02-07-2019	4,042	2.296,491
23-08-2019	1,466	2.298,745	11-08-2019	7,513	2.293,675	11-08-2019	4,011	2.296,522
15-09-2019	1,471	2.298,740	20-09-2019	7,575	2.293,613	06-09-2019	3,963	2.296,570
03-10-2019	1,477	2.298,734	03-10-2019	7,591	2.293,597	03-10-2019	4,081	2.296,452
01-11-2019	1,481	2.298,730	02-11-2019	7,365	2.293,823	01-11-2019	4,168	2.296,365
01-12-2019	1,523	2.298,688	01-12-2019	7,666	2.293,522	14-12-2019	4,228	2.296,305
Zanja Camino a Peine								
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (m s.n.m.)						
01-01-2019	1,116	2.299,142						
14-02-2019	0,581	2.299,677						
25-02-2019	0,527	2.299,731						
07-03-2019	0,573	2.299,685						
21-03-2019	0,548	2.299,710						
02-04-2019	0,569	2.299,689						
21-04-2019	0,588	2.299,670						
31-05-2019	0,625	2.299,633						
30-06-2019	0,666	2.299,592						
31-07-2019	0,694	2.299,564						
29-08-2019	0,724	2.299,534						
30-09-2019	0,782	2.299,476						
13-10-2019	0,733	2.299,525						
19-11-2019	0,75	2.299,508						
06-12-2019	0,758	2.299,500						

*Puntos PAT. **S-2 reemplazado por S-2-1 en junio de 2019. ***No monitoreado, Comunidad no autoriza ingreso. ****Pozo seco.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que los demás sectores, el Núcleo se ha analizado por zonas, para facilitar la comprensión de las gráficas y sus análisis. En la Tabla 5-19, se presentan los pozos y zonas del Sector Núcleo, los que coinciden con los colores de las etiquetas de la Figura 5-56.

Tabla 5-19 Pozos por zona en Sector Núcleo

Zonas del Sector Núcleo			
Zona Núcleo Oeste	Zona de Producción	Zona Núcleo Este	Zona Núcleo Centro Norte
Sample -4*	CL-2-1	S-1	ES-01
Sample-4A	CL-2	S-2	ES-02
Zanja Cordillera de la Sal*	CL-10	S-2-1*	ES-03
CS-01	CL-11	S-3	ES-04
	CL-12	S-4	ES-05
	CL-13	Zanja Camino a Peine	ES-06
	CL-14*	P-01	ES-07
	CL-14-1	P-02	ES-08
	CL-16*	P-03	ES-09
	CL-16-1	P-04	ES-10
	CL-17	P-05	ES-11
	CL-18	PN-05B	PN-18
	CL-26*	PN-08A	PN-19
	CL-26-1	PN-14B	
	CL-27	PN-16B	
	CL-28	PN-02	
	CL-29	PN-03	
	CL-30	PN-04	
	CL-31	PN-06	
	CL-32	PN-07	
	CL-33	PN-09	
	CL-34*	PN-10	
	CL-34-1	PN-11	
	First Well	PN-13	
	Well-IK*	PN-15	
	Well-IK-1	CL-6	
	EXP-2*		
	EXP-2-1		

*Pozos reemplazados por pozos gemelos con el mismo nombre terminado en -1
 Cordillera de la Sal reemplazado por CS-01 y Sample – 4 por Sample – 4A.
 Fuente: Elaboración propia.

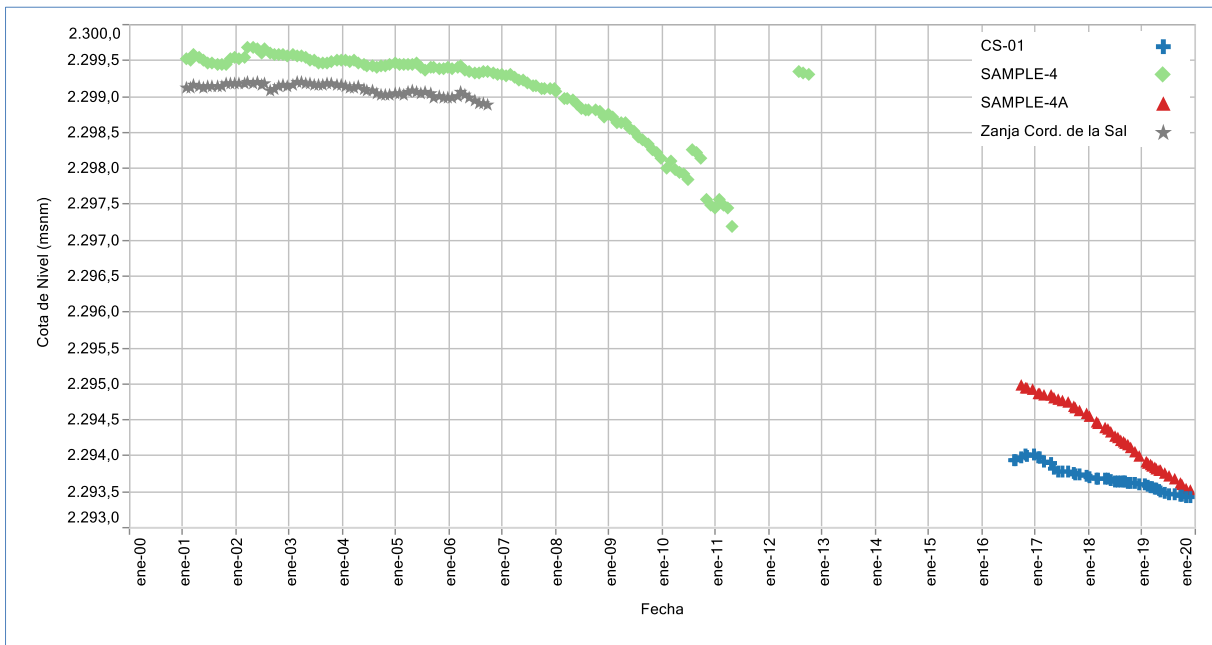
Los resultados que se presentan a continuación, se han ordenado por zonas dentro del Sector Núcleo, comenzando por zona Oeste, luego por la zona de los pozos de producción de ALB, que se ubican en el área de extracción de Salmuera de esta compañía, siguiendo por la zona Este y finalmente abordando la zona plena del Centro Norte del Núcleo, en puntos más alejados de la zona de producción (ver Figura 5-56).

Zona Núcleo Oeste

En la Figura 5-57 se presenta la variación de niveles asociado a los puntos en la zona Núcleo Oeste: puntos Zanja Cordillera de la Sal, CS-01, Sample-4 y Sample-4A. Cabe recordar que los pozos CS-01 y Sample-4A reemplazan los antiguos pozos Zanja Cordillera de la Sal y Sample-4, respectivamente, y los registros monitoreados se retomaron en agosto y septiembre de 2016.

Los registros de estos pozos muestran descensos totales de aproximadamente 5,5 metros en 19 años (periodo 2001 al 2019) influenciados por los conos de descenso de niveles de las explotaciones de salmuera en el Núcleo del Salar.

Figura 5-57 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo Oeste: Zanja Cordillera de la Sal, CS-01, Sample 4 y, Sample 4A

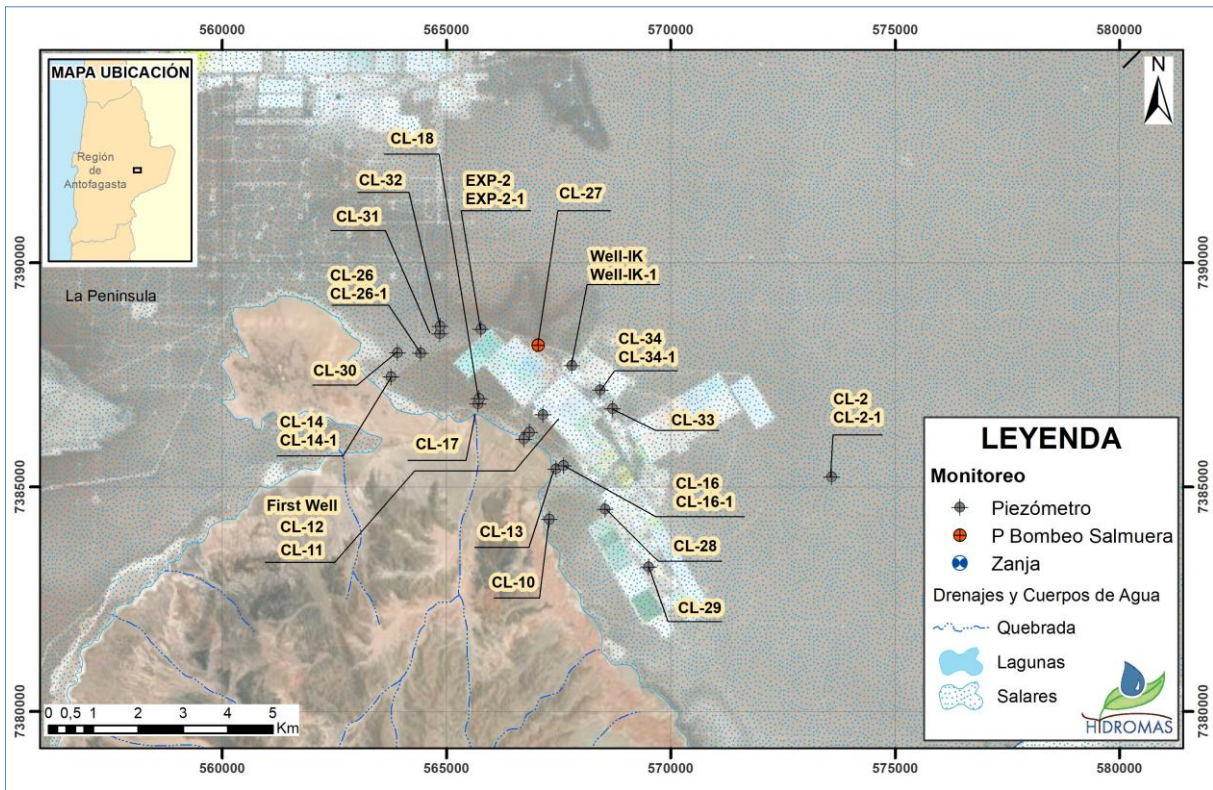


Fuente: Elaboración propia.

Zona de Producción Albemarle

Los puntos ubicados en esa zona se presentan en el mapa de la Figura 5-58. Estos pozos se ubican por sobre el Cordón de Lila, en el entorno de la planta de ALB.

Figura 5-58 Zona de Producción – Sector Núcleo

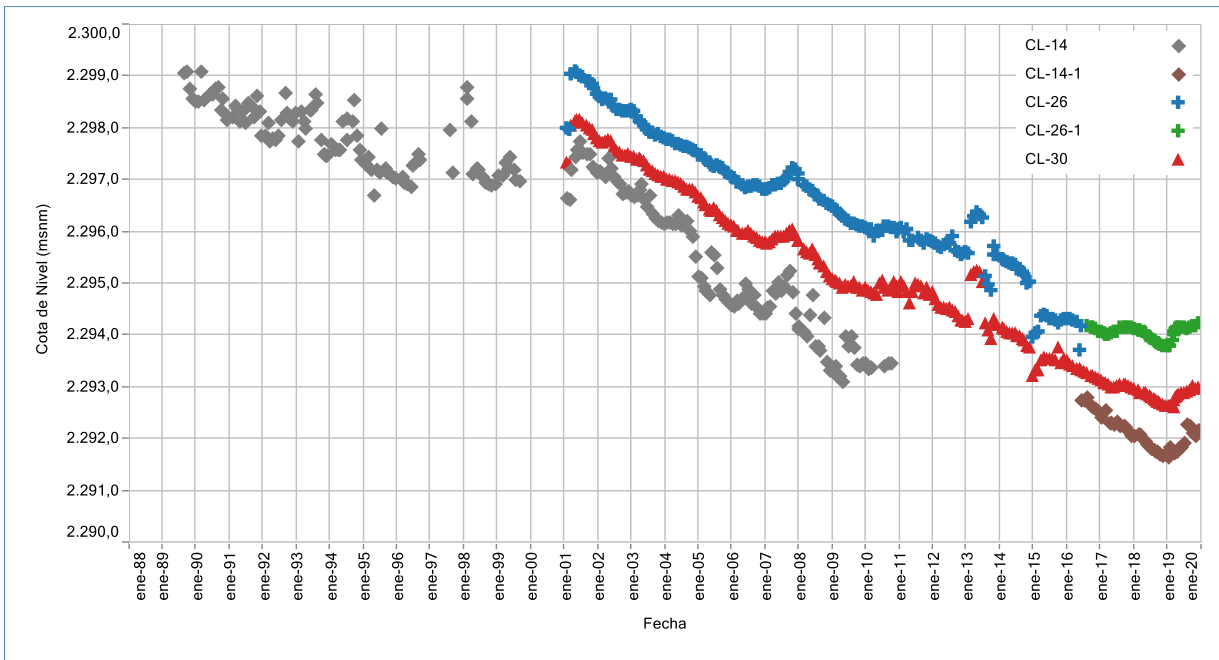


Fuente: Elaboración propia.

A continuación, desde la Figura 5-59 a la Figura 5-65, se presenta la variación temporal de los niveles de los pozos de la denominada zona de producción.

En la Figura 5-59 se muestra que los niveles de los pozos CL-14-1 y CL-30 son los que presentan los registros de cotas más bajas, con mínimos registrados en diciembre 2018 de 2.291,7 m s.n.m. y 2.292,6 m s.n.m., respectivamente. Todos los pozos han mostrado tendencia al descenso en todo su registro hasta inicios de 2019, donde todos los registros muestran un cambio de tendencia que se mantiene durante todo el año. Se observa también que los pozos CL-30 y CL-26/CL-26-1 presentan hasta 2017 una tasa de descenso similar, pero desde 2018, CL-26-1 disminuye la tasa de descenso. Como se indicó, en 2019, todos los pozos revierten su tendencia de descenso

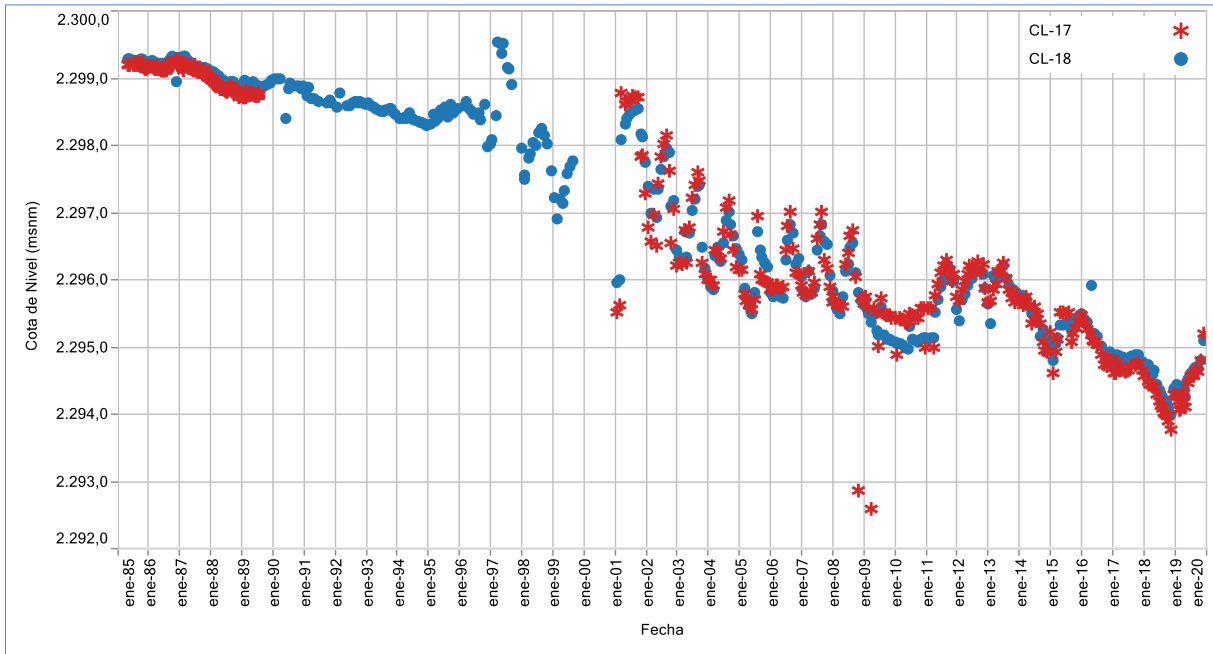
Figura 5-59 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-14, CL-14-1, CL-26, CL-26-1 y CL-30



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-60 se presentan los niveles registrados para los pozos CL-17 y CL-18, con data histórica desde 1985. Estos pozos se ubican al costado de las pozas de evaporación y, además, son cercanos a la condición de borde de roca. Ambos pozos presentan una tendencia general de descenso, con variaciones estacionales marcadas en algunos periodos y con variaciones particulares en otros periodos, las que se asocian a las variaciones en los bombeos dentro de la zona de producción. Para el año 2019 se observa un cambio en la tendencia general, con un aumento de los niveles freáticos, luego de que en 2018 la tendencia de descenso se acentuara.

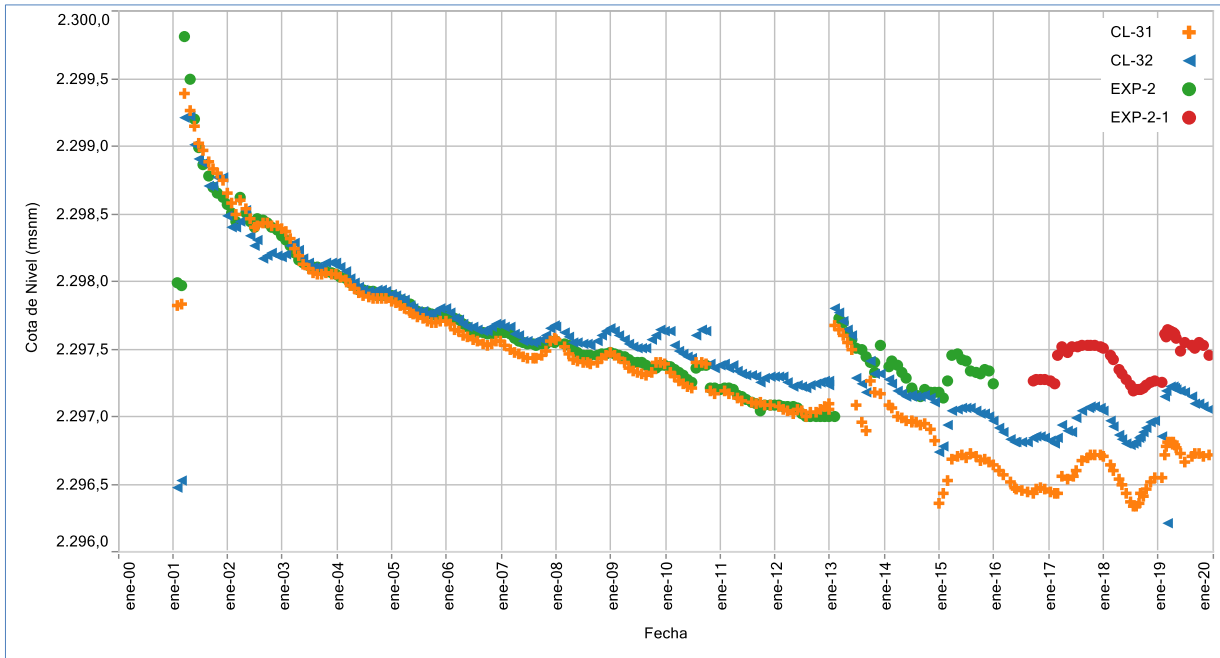
Figura 5-60 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-17 y CL-18



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-61 se presenta las variaciones temporales de los niveles de los pozos CL-31, CL-32, EXP-2 y EXP-2-1. Estos pozos se ubican un poco más al Norte de los pozos CL-17 y CL-18 y del gráfico se observa que presentan la misma tendencia al descenso hasta finales del año 2015, sólo diferenciándose en los valores de sus cotas. A partir de 2016, se observa una estabilización en la tendencia general, manteniendo un comportamiento cíclico cincrónico para todos los pozos. En febrero de 2019 se evidencia un alza de los niveles producto del evento de precipitaciones, para luego mostrar todos los pozo una leve tendencia de descenso. Considerando toda la data histórica, las precipitaciones de febrero de 2019 producen un cambio positivo para los niveles, con el aumento de sus cotas.

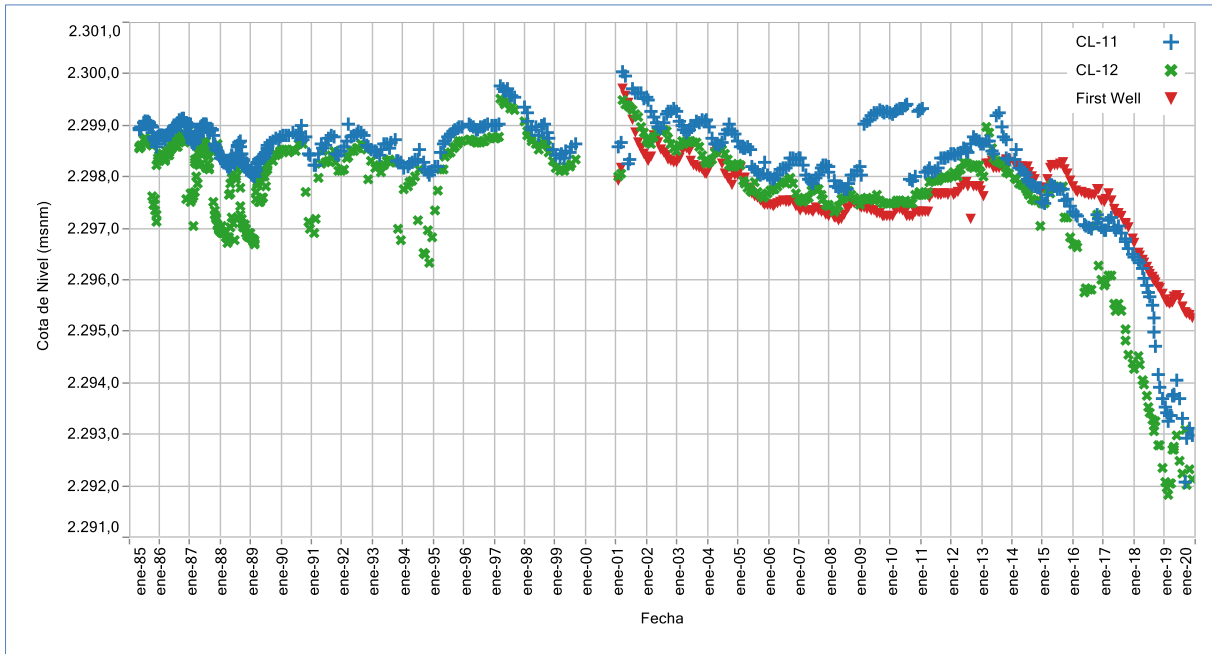
Figura 5-61 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-31, CL-32, EXP-2 y EXP-2-1



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5-62 muestra la gráfica para los pozos CL-11, CL-12 y First Well, los cuales son pozos de observación antiguos y aún vigentes, de los cuales CL-11 y CL-12 se ubican cercano a condición de borde, entre las pozas de evaporación y el Cordón de Lila. Se observa en estos pozos grandes variaciones anuales, en respuesta de los bombeos y recuperaciones del sector, como también variaciones estacionales. A partir del año 2001 hasta febrero del 2010, se observa una tendencia al descenso de los niveles. Después de ello, se observa una clara recuperación de éstos en los 3 pozos, hasta febrero del 2013, desde donde comienzan nuevamente a registrar descensos, con una tasa alta en el pozo CL-11 durante el año 2018. En 2019, los tres pozos muestran respuesta en sus niveles respecto de las lluvias de febrero, con alzas de sus cotas, para luego volver a descender, mas marcado en los pozos CL-11 y CL-12.

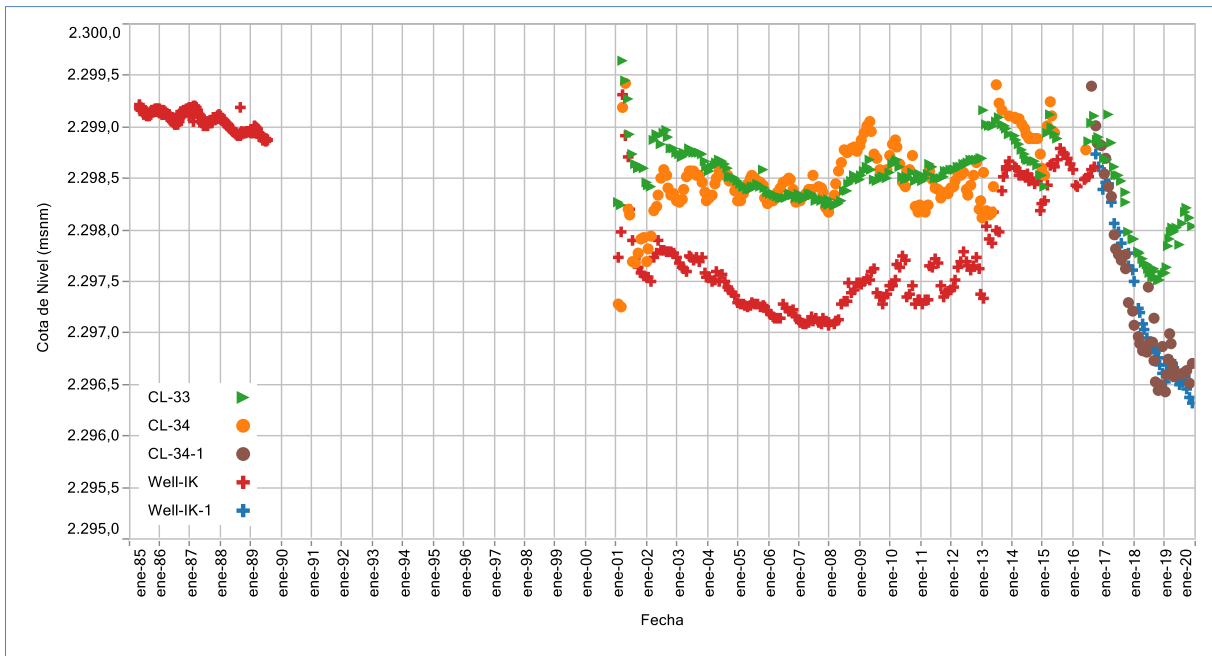
Figura 5-62 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-11, CL-12 y First Well



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5-63 muestra la gráfica para los pozos CL-33, CL-34, CL-34-1, Well-IK y Well-IK-1. El pozo Well-IK presenta registros históricos antiguos, entre 1985 y 1989, los que se retomaron en 2001. Junto con ello, en el 2016 se vuelve a construir y se denomina Well-IK-1, dándole continuidad a los registros. Del gráfico se observa que los pozos CL-33 y WELL-IK presentan una tendencia de descenso entre 2002 y 2008, mientras que el pozo CL-34 muestra una tendencia general similar, pero menos marcada, con variación estacional en sus registros. A partir de 2008, todos los pozos muestran una tendencia a la recuperación de sus niveles hasta 2013. En ese año, los registros muestran cierta ciclicidad en su comportamiento, destacando ascensos de nivel debido a episodios de precipitaciones registrados en 2013, 2015 y 2017. Desde 2017 en adelante todos los pozos muestran una fuerte tendencia de descenso sostenido en sus niveles, la que revierte solo el pozo CL-33, a partir de la segunda mitad de 2018.

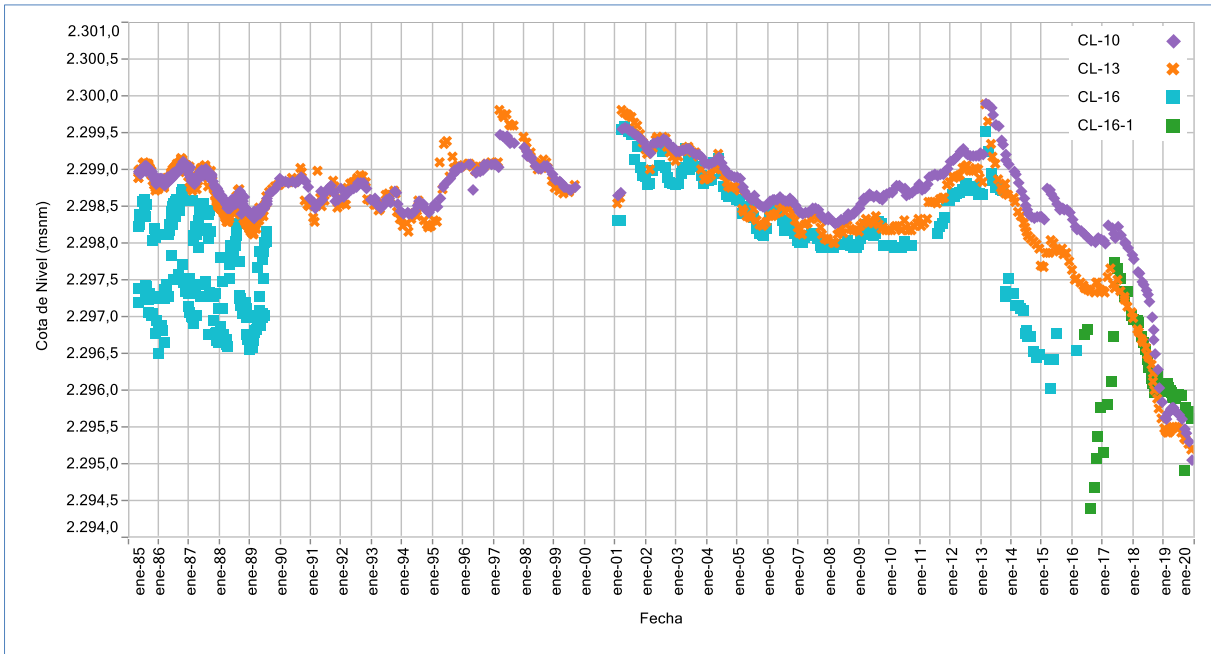
Figura 5-63 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-33, CL-34, CL-34-1, Well-IK y Well-IK-1



Fuente: Elaboración propia.

Los niveles históricos de los pozos CL-10, CL-13, CL-16 y CL-16-1 se presentan en la Figura 5-64, lo cuales se ubican entre el Cordón de Lila y las pozas de evaporación de ALB. El pozo CL-16, reemplazado por CL-16-1, refleja los regímenes de explotación, por cuanto presenta periodos de descenso sostenido para continuar con un periodo de recuperación. Por otro lado, los pozos CL-10 y CL-13, presentan un comportamiento sincrónico entre ellos. A partir de enero de 2013, todos los pozos presentan una tendencia general de descenso sostenido de sus niveles freáticos, con breves recuperaciones en periodos de lluvias estivales (2015, 2017 y 2019), pero los descensos se mantienen en 2019, al final del periodo de registro histórico.

Figura 5-64 Variación Temporal Niveles Sector Núcleo: CL-10, CL-13, CL-16 y CL-16-1

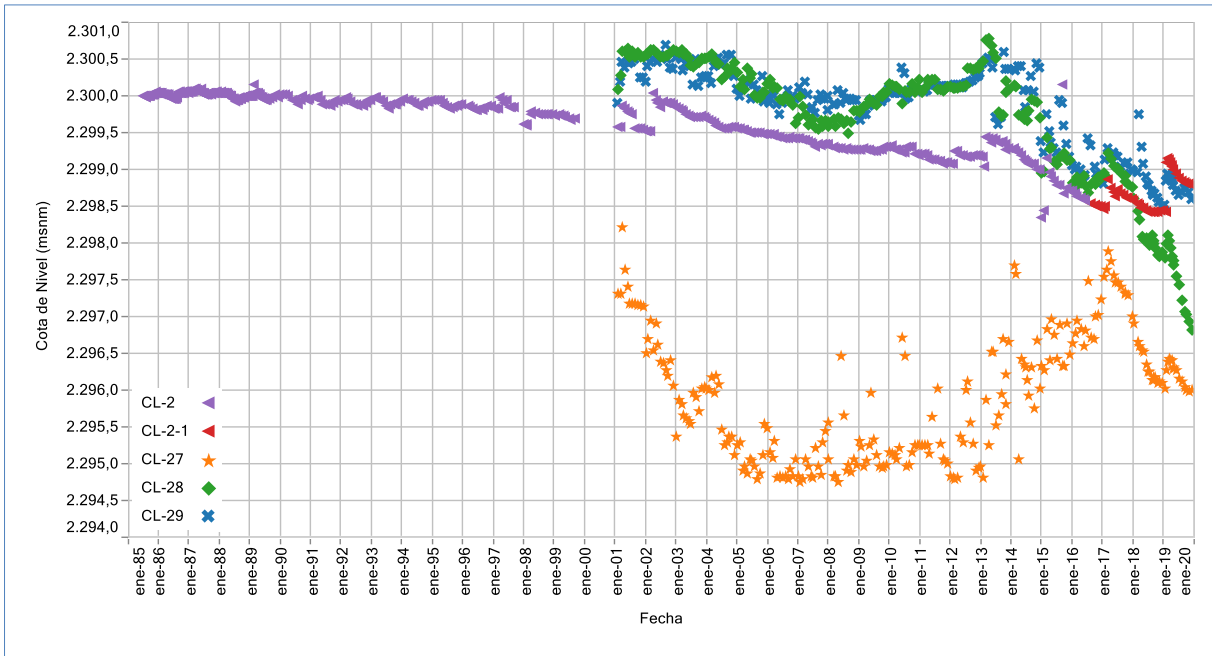


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-65, se muestran los niveles de los pozos CL-2, CL-2-1, CL-27, CL-28 y CL-29. Los pozos CL-28 y CL-29 muestran una tendencia a la recuperación marcada a partir de enero de 2009 hasta 2013 y, a partir de esa fecha, una tendencia general de descenso que se mantiene durante el año 2019.

El pozo CL-2, reemplazado por CL-2-1, también muestra la recuperación en el 2013, pero en menor magnitud, y con menor tendencia a la baja que CL-28 y CL-29. En cuanto al punto CL-27, este corresponde a un nivel dinámico; ya que es un pozo de bombeo. En todos los pozos es evidenciable su respuesta a eventos de precipitación registrados en los últimos años (2013, 2015, 2017 y 2019).

Figura 5-65 Variación Temporal Niveles Sector Núcleo: CL-2, CL-2-1, CL-27, CL-28 y CL-29

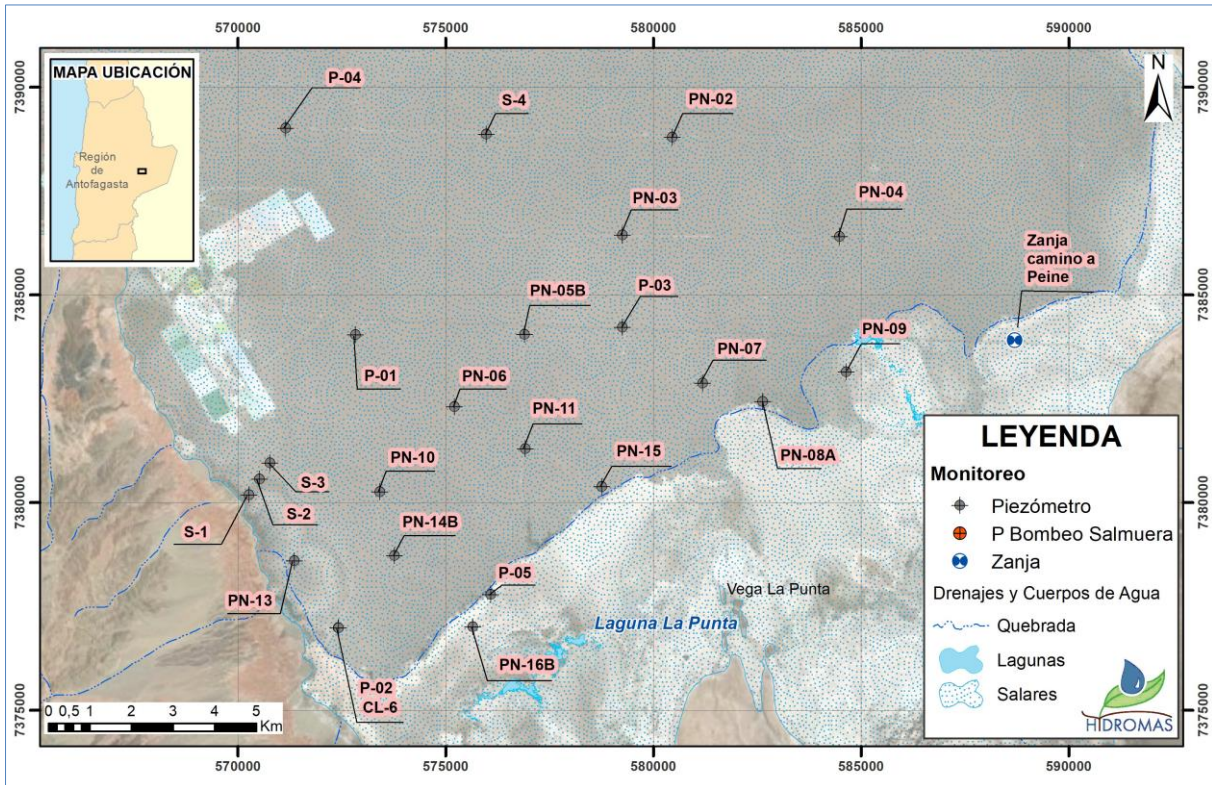


Fuente: Elaboración propia.

Zona Núcleo Este

Los puntos ubicados en esta zona se presentan en el mapa de la Figura 5-66.

Figura 5-66 Zona Núcleo Este – Sector Núcleo

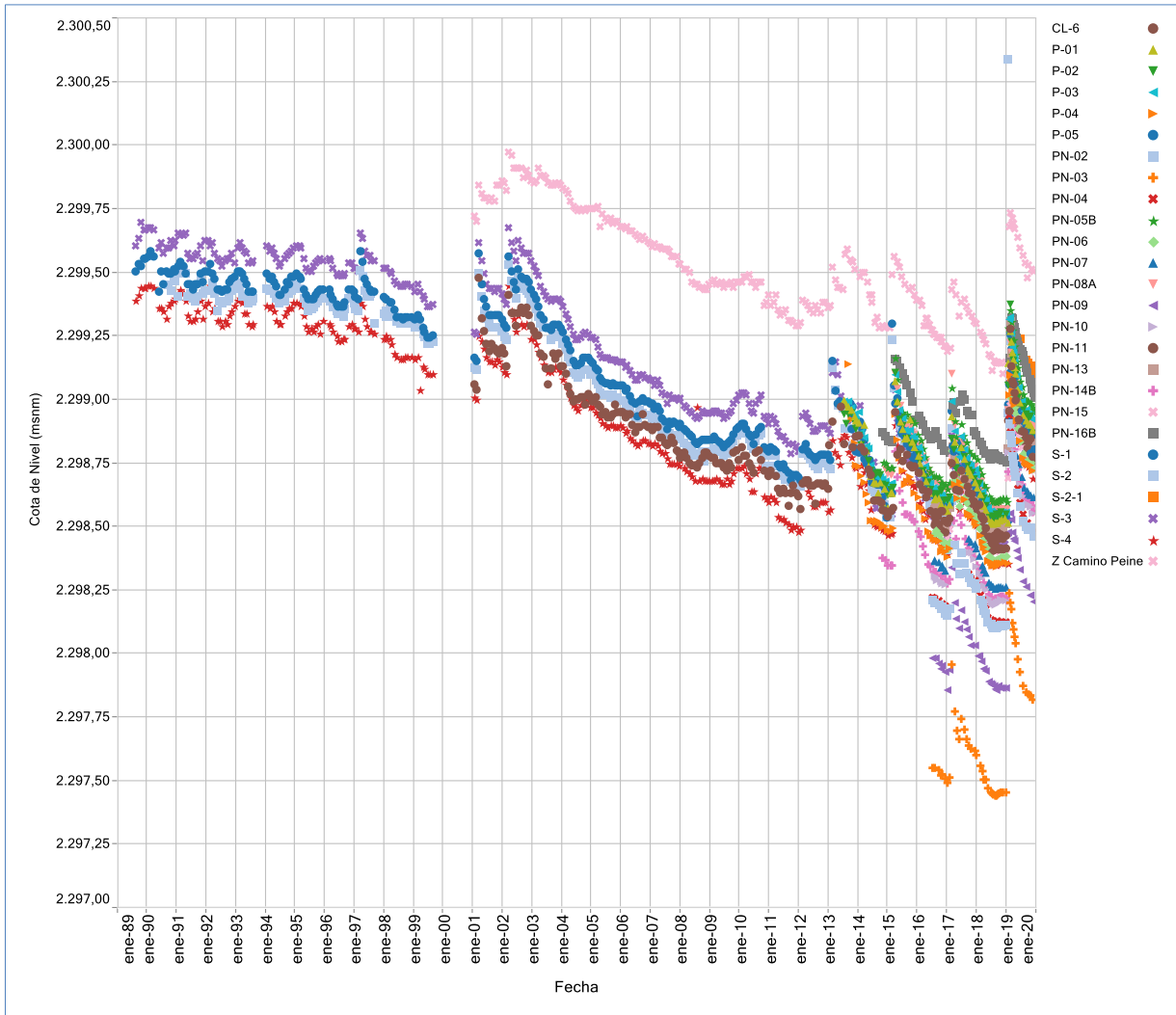


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-67 se presentan las variaciones históricas de nivel para la zona denominada Núcleo Este, donde se encuentran los pozos: Zanja Camino a Peine, S-1, S-2, S-3, S-4, P-01 al P-05, PN-05B, PN-08A, PN-14B, PN-16B, PN-02 al PN-15 y CL-6.

A pesar de estar todos en el Núcleo, se observan diferencias de cotas, con la mayor en el punto Zanja Camino a Peine, cercano a la cota 2.300 m s.n.m, y la más baja en puntos PN-03, con cota de 2.297,5.

Figura 5-67 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo, Zona Núcleo Este



Fuente: Elaboración propia.

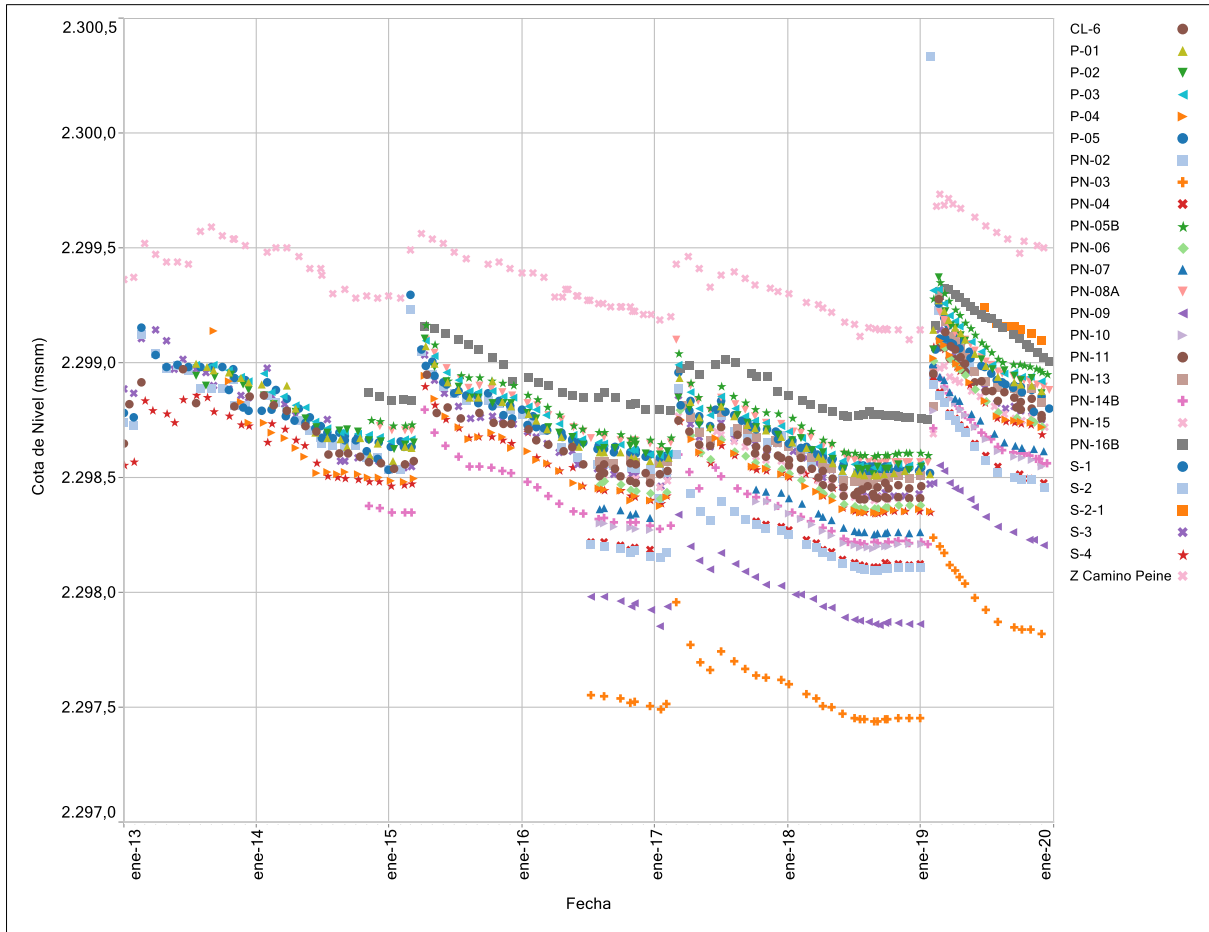
De la figura anterior, se tiene que los niveles de los pozos S-1, S-2, S-3 y S-4, cuyo registro es el mas extenso, presentan un comportamiento sincrónico, observándose una tendencia al descenso sostenido, con recuperaciones puntuales, asociadas a eventos de precipitación, tales como los saltos que se presentan en los años 2002, 2013, 2015, 2017 y 2019. En esta figura se observa también que existen tres tendencias generales de descensos, cada una de ellas mas marcadas y en el mismo orden que se presentan: la primera se da entre 1989 y 2000, la segunda entre 2001 y 2013, y la tercera entre 2013 y fines de 2019.

Junto con lo anterior se aprecia que el punto Zanja Camino a Peine, se comporta de manera similar a los pozos S-1 al S-4 pero con registros desde 2001 en adelante y con niveles mas altos, dada la ubicación y cota de este pozo.

El pozo CL-6, que es otro de los pozos con mayor data histórica, también desde 2001, y sus registros también tienen un comportamiento sincrónico con los pozos antes mencionados.

Para poder visualizar con mayor detalle las variaciones de los pozos que presentan información con data más reciente, desde el 2013 en adelante, se presenta la Figura 5-68.

Figura 5-68 Variación Temporal Niveles en Zona Núcleo Este (2013-2019)



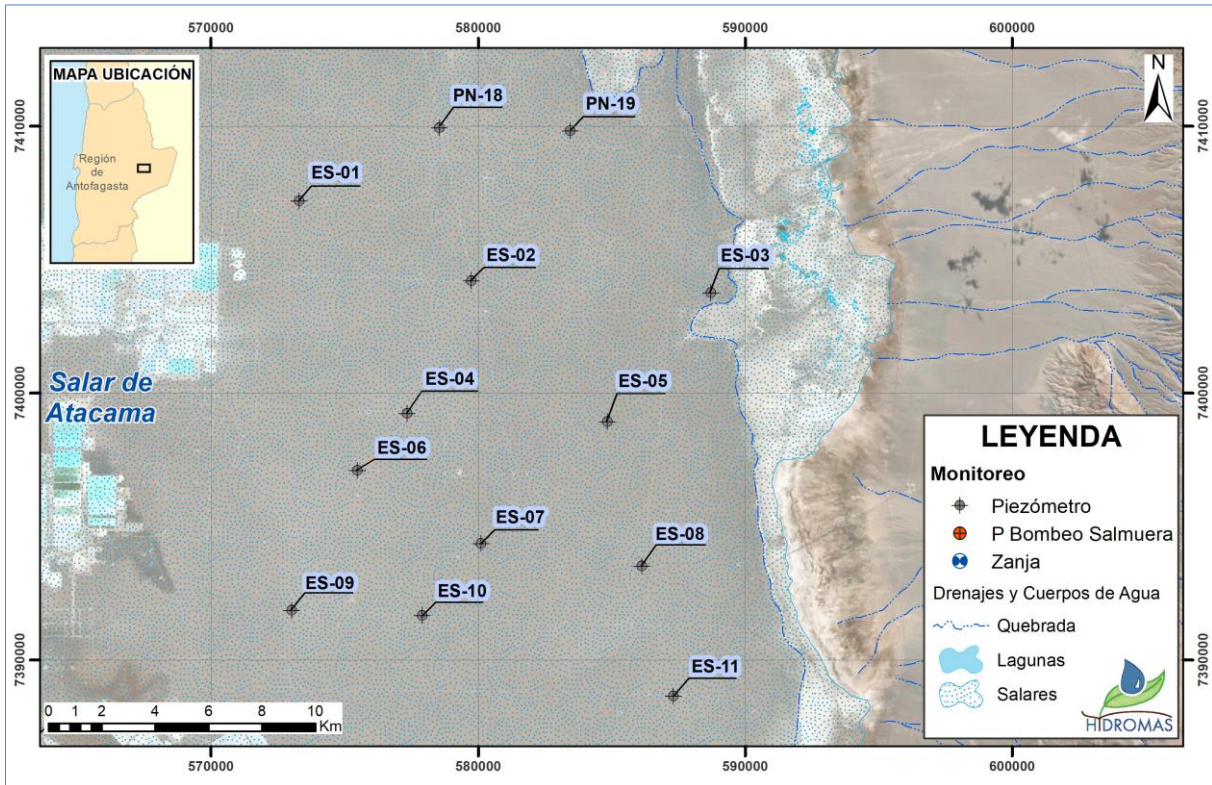
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, los pozos del sector Núcleo Este, muestran un comportamiento sincrónico entre ellos, con respuesta a eventos de precipitación que generan ascensos abruptos y que son seguidos con descensos marcados. En cuanto a los pozos con menor cantidad de registros, se observa que estos muestran la misma tendencia que los pozos con mayor número de registros.

Zona Núcleo Centro Norte

Los puntos ubicados en esta zona se presentan en el mapa de la Figura 5-69.

Figura 5-69 Zona Núcleo Centro Norte – Sector Núcleo

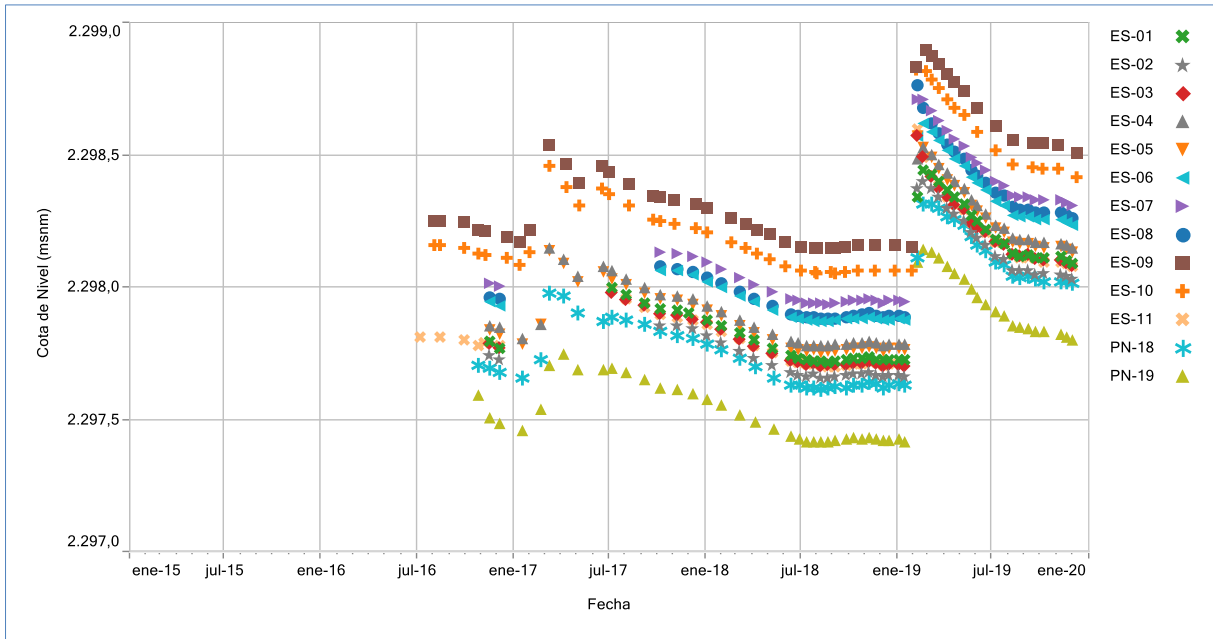


Fuente: Elaboración propia.

Los niveles de la zona Núcleo Centro Norte se presentan en Figura 5-70, con los registros de los pozos ES-01 al ES-11, PN-18, PN-19. Todos los pozos de la zona Núcleo Centro Norte cuentan con datos desde 2016, y a pesar de la corta data se distingue claramente las alzas puntuales de los niveles, asociadas a los eventos de precipitación, destacando claramente lo ocurrido en febrero de 2019, donde los niveles de todos los pozos suben aproximadamente unos 50 cm, cambiando la condición para el sector.

En este sector los pozos que presentan las cotas más bajas corresponden a PN-18, PN-19 y ES-02, los que se ubican más cercanos a las instalaciones de SQM.

Figura 5-70 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo Centro Norte



Fuente: Elaboración propia.

Considerando todos los registros y análisis presentados para la zona del Núcleo, a modo de resumen se puede decir que:

- Los pozos ubicados cerca de la zona de extracción de salmuera, son los que presentan las mayores tasas de descensos en el tiempo.
- Los pozos de monitoreo de niveles que se ubican cercanos a condiciones de borde, como el cordón de Lila, presentan variaciones, descensos y recuperaciones marcadas, sujetas a las recargas del sistema.
- Los pozos de monitoreo de niveles, ubicados en zonas más alejadas del campo de extracción de salmuera, muestran descensos en sus niveles hasta el segundo semestre del 2018, período en el cual la data presenta una tendencia a estabilización de niveles.
- El pozo que presenta las cotas más bajas a diciembre de 2018, en la zona del Núcleo Este, considerando la zona sur desde la zona de extracción de salmuera de Albemarle, corresponde al pozo PN-03, con cotas que fluctúan alrededor de 2.297,5 m s.n.m.
- Los pozos que presentan las cotas más bajas, considerando la zona Este y Norte del Núcleo, desde el campo de explotación de Salmuera de Albemarle, corresponden a los pozos PN-18, PN-19 y ES-02, los que se ubican más cercanos a las instalaciones de SQM (cotas entre 2.297,4 a 2.297,8 m s.n.m).

5.7 Posición de la Interfase Salina

Para determinar la posición de la Interfase Salina se realizan perfiles de conductividad eléctrica en profundidad de la columna de agua de los pozos. Durante las mediciones también se obtiene la temperatura del agua en cada profundidad medida. La posición de la Interfase Salina corresponde a aquella profundidad en la cual se detecta un cambio importante en la conductividad eléctrica del fluido pasando gradualmente de aguas salobres del acuífero a la salmuera que las subyace. Los puntos donde se efectuó el monitoreo de la posición de la Interfase Salina se presentan en la Tabla 5-20, mientras que los resultados de estos perfiles se muestran desde la Tabla 5-21 hasta la Tabla 5-46.

Tabla 5-20 Puntos que miden Posición de la Interfase Salina

Punto o Estación	Sector PSAH	Fecha de Construcción
MP-01C	La Punta-La Brava	Septiembre 2013
MP-03C	La Punta-La Brava	Septiembre 2013
MP-04C	La Punta-La Brava	Septiembre 2013
MP-05C	La Punta-La Brava	Septiembre 2013
MP-06C	La Punta-La Brava	Agosto 2013
MP-09C	La Punta-La Brava	Agosto 2016
MP-07C-1	Sector Peine	Julio 2017
MPS-AC	Sector Peine	Septiembre 2013
MPS-CC	Sector Peine	Septiembre 2013
PP-01	Sector Peine	Julio 2016
PP-02	Sector Peine	Agosto 2016
PP-03	Sector Peine	Julio 2016
MP-12C	Sector Norte y Borde Este	Agosto 2016

Fuente: Elaboración propia.

Para todos los pozos se realizan gráficas de los perfiles de conductividad eléctrica con las campañas trimestrales realizadas en el 2019 y con los registros históricos.

Se destaca que las gráficas de registros históricos se utilizó la siguiente nomenclatura: “T” de Trimestre que puede ser 1, 2, 3, 4, respectivamente. Luego la nomenclatura “-A” hace referencia al primer mes de cada trimestre (enero, abril, julio, octubre), por su parte “-B” se refiere al segundo mes de cada trimestre (febrero, mayo, agosto, noviembre), y por último, “-C” se asocia al último mes de cada trimestre (marzo, junio, septiembre, diciembre). A modo de ejemplo, para 2019 T2-A, significa segundo trimestre mes de abril. Además, gráficamente se logra apreciar una diferencia de simbología entre las mediciones con activación del PAT (x) y sin activación de PAT (◊).

Como fue mencionado anteriormente, durante los meses de febrero, marzo y abril de 2019 se aumentó la frecuencia de monitoreo a mensual debido a la activación de la Fase I del PAT Sector alerta Norte, mediciones que se presentan en gráficas como T1-B, T1-C y T2-A, denominación relativa a cada mes indicado.

Es importante indicar que, debido al episodio de precipitaciones registrado entre la última semana de enero y la primera quincena de febrero, se suspendió el monitoreo de la posición de la Interfase Salina para los pozos MP-04C, MP-05C (La Punta – La Brava), MP-07C-1, MPS-AC, PP-01, PP-02 y PP-03 (Peine). Por ello, tanto en las tablas como gráficos en que se presentan los resultados para estos pozos no se considera la campaña de febrero.

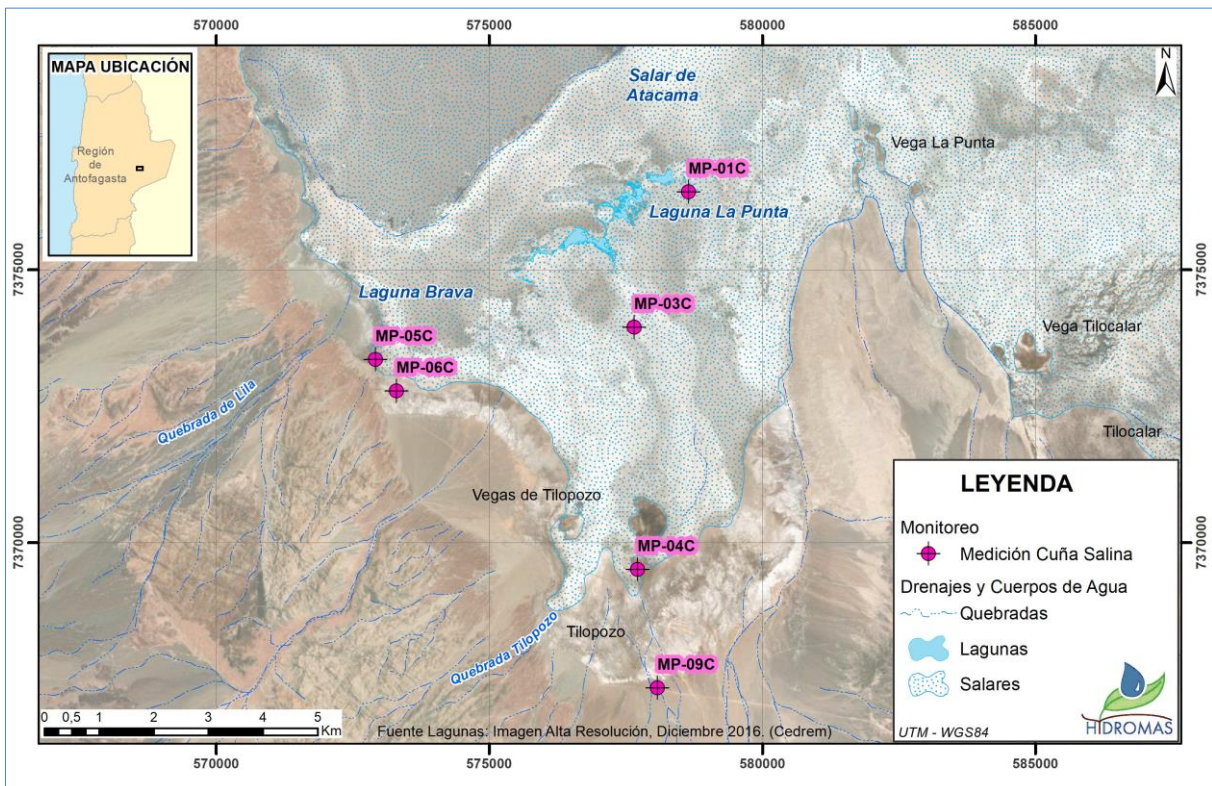
Como fue descrito en la sección 4.2.5 de este informe, el pozo MP-07C fue reemplazado, e informado a la autoridad, por el pozo MP-07C-1 en julio de 2017, ya que el primero no interceptó la cuña salina, por ende no mide la posición de la Interfase Salina.

A continuación, se presentaran los análisis de los datos obtenidos por sector (La Punta – La Brava, Peine y, Norte y Borde Este).

5.7.1 Sector La Punta-La Brava

En la Figura 5-71 se muestran los puntos en los que se realizaron mediciones de la posición de la Interfase Salina correspondientes a este sector, éstos son: MP-01C, MP-03C, MP-04C, MP-05C, MP-06C y MP-09C.

Figura 5-71 Mapa Ubicación Puntos de medición de Posición Interfase Salina en Sector La Punta-La Brava



A continuación, se muestran los registros de profundidad (m), conductividad eléctrica (uS/cm), y temperatura (°C) de los distintos pozos obtenidos en las campañas realizadas en el año 2019, mientras que en el Anexo G del presente Informe se detallan los registros históricos de la medición de esta variable.

Tabla 5-21 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C, Campañas de Enero a Abril 2019

MP-01C											
Fecha Campaña											
16/01/2019			27/02/2019			19/03/2019			17/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,8	62.030	15,36	0,8	67.290	15,34	1,0	66.800	15,30	0,8	61.040	15,29
1,0	62.100	15,36	1,0	67.520	15,30	1,5	67.190	15,30	1,0	61.150	15,28
1,2	62.150	15,36	1,2	67.550	15,30	2,0	67.070	15,31	1,5	61.090	15,29
1,4	62.170	15,36	1,4	67.290	15,30	2,5	67.490	15,30	2,0	61.070	15,29
2,0	62.430	15,36	2,0	67.290	15,30	3,0	67.390	15,31	2,5	61.160	15,28
2,5	62.340	15,36	2,5	67.270	15,30	4,0	67.850	15,31	3,0	61.780	15,28
3,0	62.360	15,36	3,0	67.340	15,30	5,0	68.400	15,31	4,0	61.760	15,28
4,0	62.570	15,35	4,0	68.180	15,30	7,0	68.640	15,30	5,0	61.810	15,28
5,0	62.670	15,36	6,0	68.490	15,30	9,0	69.460	15,30	7,0	62.160	15,28
6,0	62.750	15,45	8,0	68.980	15,30	11,0	72.540	15,28	9,0	62.340	15,28
8,0	62.920	15,35	10,0	69.710	15,30	12,0	98.180	15,16	11,0	65.850	15,27
10,0	63.750	15,35	12,0	89.730	15,10	12,2	115.100	15,10	11,5	69.060	15,24
12,0	64.090	15,35	12,2	210.500	15,10	12,4	135.800	15,02	11,7	73.570	15,21
12,5	178.100	15,12	12,5	238.100	15,50	12,6	241.300	15,22	11,9	78.720	15,16
12,7	224.900	15,26	12,7	238.200	15,33	12,8	241.000	15,31	12,1	94.280	15,09
12,9	225.000	15,23	12,9	238.200	15,33	13,0	241.000	15,30	12,3	111.400	15,05
13,1	225.000	15,23	13,0	238.400	15,30	13,5	240.900	15,33	12,5	224.200	15,26
13,3	225.100	15,28	14,0	238.400	15,30	14,0	242.200	15,31	12,7	229.300	15,27
14,0	225.000	15,29	16,0	238.100	15,29	15,0	241.800	15,31	12,9	229.400	15,28
16,0	225.000	15,28	18,0	238.000	15,29	16,0	241.400	15,31	13,1	229.400	15,27
18,0	224.300	15,25	20,0	238.100	15,24	18,0	241.200	15,26	13,5	229.400	15,28
20,0	224.400	15,25	22,0	238.300	15,24	20,0	241.300	15,25	14,0	229.500	15,27
22,0	224.300	15,27	24,0	238.500	15,24	22,0	241.400	15,21	15,0	229.500	15,27
24,0	224.400	15,19	26,0	238.800	15,18	24,0	241.500	15,17	17,0	229.300	15,26
26,0	224.200	15,19				26,0	241.000	15,13	19,0	229.000	15,26
						29,0	241.900	15,12	21,0	229.100	15,23
									23,0	229.200	15,23
									25,0	229.100	15,2
									27,0	229.100	15,15
									29,0	229.000	15,13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-22 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C, Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MP-01C								
Fecha Campaña								
06/06/2019			10/09/2019			09/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,8	62.130	15,31	1,0	62.640	15,32	0,9	65.940	15,33
1,0	62.180	15,30	1,5	62.780	15,32	1,0	65.970	15,32
1,5	61.970	15,30	2,0	62.620	15,32	1,5	65.920	15,32
2,0	62.530	15,30	2,5	62.760	15,32	2,0	65.900	15,32
2,5	62.870	15,30	3,0	63.020	15,32	2,5	65.970	15,32
3,0	62.610	15,30	4,0	63.210	15,32	4,0	66.060	15,32
4,0	62.680	15,30	5,0	63.130	15,32	5,0	66.470	15,33
5,0	62.660	15,30	6,0	63.020	15,32	6,0	67.260	15,32
7,0	62.820	15,30	7,0	63.250	15,32	7,0	67.170	15,32
9,0	63.100	15,30	8,0	63.420	15,32	8,0	67.560	15,32
11,0	63.630	15,29	9,0	63.810	15,32	9,0	67.800	15,32
11,3	64.220	15,29	10,0	63.660	15,32	10,0	68.630	15,32
11,5	64.910	15,29	11,0	64.200	15,32	11,0	70.290	15,30
11,7	64.130	15,29	12,0	68.340	15,30	12,0	92.030	15,24
11,9	65.640	15,29	12,2	70.890	15,27	12,2	107.800	15,10
12,1	65.960	15,29	12,4	75.180	15,25	12,4	123.500	15,04
12,3	66.370	15,29	12,6	77.190	15,24	12,6	239.500	15,28
12,5	67.250	15,27	12,8	76.800	15,31	12,8	239.500	15,31
12,7	70.430	15,27	13,0	125.800	15,03	13,0	239.600	15,33
12,9	73.250	15,25	13,2	241.800	15,28	13,2	239.600	15,32
13,1	74.490	15,23	13,4	241.200	15,32	13,4	239.700	15,31
13,3	82.310	15,20	13,6	241.200	15,31	13,6	239.700	15,32
13,5	90.510	15,14	13,8	241.300	15,50	13,8	239.700	15,32
13,7	91.500	15,13	14,0	241.100	15,32	14,0	239.700	15,32
13,9	139.900	14,94	14,5	241.200	15,32	15,0	239.500	15,31
14,1	238.900	15,29	15,0	241.000	15,30	16,0	239.600	15,31
14,3	238.800	15,30	16,0	240.700	15,28	18,0	239.100	15,28
14,5	238.900	15,30	18,0	241.800	15,27	20,0	239.000	15,27
14,7	238.800	15,30	20,0	240.900	15,26	22,0	238.800	15,22
14,9	238.600	15,30	22,0	241.500	15,21	24,0	238.900	15,17
15,1	238.800	15,30	24,0	241.800	15,18	26,0	238.900	15,10
15,5	238.700	15,30	26,0	241.500	15,14	28,0	238.900	15,12
16,0	238.700	15,29	28,0	241.400	15,12	29,0	239.100	15,11
16,5	238.500	15,27	29,0	241.400	15,12			
17,0	238.300	15,27						
18,0	238.200	15,26						
20,0	238.400	15,24						
22,0	238.900	15,20						
24,0	239.300	15,18						
26,0	238.900	15,12						
28,0	238.700	15,10						
29,0	238.700	15,10						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-23 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C. Campañas de Enero a Abril 2019

MP-03C											
Fecha Campaña											
16/01/2019			27/02/2019			19/03/2019			17/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,8	7.734	14,51	0,7	7.918	14,60	1,0	7.953	14,44	0,8	8.036	14,53
1,0	7.726	14,37	0,9	7.882	14,60	1,5	7.941	14,40	1,0	8.022	14,44
1,2	7.728	14,34	1,0	7.896	14,37	2,0	7.936	14,40	1,5	8.021	14,42
1,4	7.734	14,36	1,2	7.898	14,37	3,0	7.937	14,41	2,0	8.018	14,39
1,6	7.733	14,35	1,4	7.900	14,37	4,0	7.926	14,41	3,0	8.017	14,39
1,8	7.732	14,35	2,0	7.859	14,37	6,0	8.000	14,43	4,0	8.021	14,39
2,0	7.730	14,33	3,0	7.906	14,37	8,0	8.109	14,47	6,0	8.048	14,4
2,5	7.730	14,32	4,0	7.899	14,37	10,0	10.320	14,94	8,0	8.111	14,42
3,0	7.732	14,32	6,0	7.926	14,38	12,0	10.510	15,07	10,0	9.966	14,89
4,0	7.732	14,31	8,0	7.992	14,38	14,0	11.080	15,12	12,0	10.160	15,01
6,0	7.739	14,32	10,0	7.817	14,37	16,0	14.990	15,18	14,0	10.820	15,09
8,0	7.894	14,37	12,0	10.110	14,37	17,0	34.380	15,20	16,0	13.470	15,15
10,0	8.461	14,49	14,0	11.010	15,11	17,5	34.760	15,20	16,5	21.860	15,16
12,0	9.002	14,57	16,0	13.540	15,11	18,0	35.380	15,20	16,7	29.850	15,16
14,0	10.400	14,79	18,0	34.660	15,20	18,5	113.800	15,21	16,9	32.100	15,17
16,0	13.510	15,04	20,0	137.100	15,20	19,0	137.600	15,19	17,1	33.670	15,17
18,0	33.390	15,14	20,5	137.400	15,17	19,2	137.700	15,10	17,3	33.750	15,17
20,0	131.500	15,14	21,0	187.500	15,17	19,4	137.800	15,19	17,5	33.760	15,17
20,5	132.200	15,14	21,2	213.200	15,16	19,6	138.000	15,19	17,7	33.810	15,17
20,7	143.300	15,14	21,4	229.500	15,16	19,8	138.300	15,18	18,0	33.920	15,17
20,9	170.000	15,14	21,6	238.200	15,14	20,0	138.400	15,18	18,2	42.210	15,17
21,1	189.700	15,13	21,8	238.400	15,14	20,2	138.500	15,17	18,4	71.120	15,17
21,3	205.600	15,13	22,0	238.400	15,17	20,4	138.600	15,17	18,6	124.700	15,17
21,5	212.500	15,12	23,0	238.400	15,12	20,6	144.100	15,18	18,8	130.400	15,16
22,0	217.000	15,12	24,0	238.400	15,10	20,8	166.800	15,16	19,0	131.400	15,16
23,0	223.400	15,1	26,0	238.400	15,10	21,0	189.400	15,15	19,5	131.500	15,15
24,0	224.500	15,09				21,2	215.700	15,15	20,0	131.700	15,15
26,0	226.500	15,06				21,4	224.700	15,15	20,5	134.600	15,14
27,0	227.700	15,05				21,6	242.000	15,14	20,7	149.200	15,14
						21,8	242.100	15,13	20,9	167.700	15,13
						22,0	242.000	15,13	21,1	195.700	15,13
						22,5	241.800	15,13	21,3	212.100	15,12
						23,0	241.700	15,13	21,5	219.300	15,12
						24,0	241.900	15,11	21,7	223.300	15,12
						26,0	241.900	15,09	21,9	230.100	15,12
						28,0	243.700	15,07	22,5	231.300	15,11
									23,0	231.400	15,09
									25,0	231.200	15,07
									27,0	231.500	15,05
									28,0	233.000	15,05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-24 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MP-03C								
Fecha Campaña								
06/06/2019			18/09/2019			09/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,8	8.474	14,72	0,8	7.906	14,82	0,8	8.520	14,77
1,0	8.481	14,55	1,0	7.886	14,75	1,0	8.497	14,65
1,5	8.468	14,48	1,2	7.874	14,67	1,5	8.501	14,58
2,0	8.465	14,47	1,4	7.881	14,62	2,0	8.492	14,57
3,0	8.467	14,47	1,6	7.887	14,60	3,0	8.491	14,56
4,0	8.472	14,46	1,8	7.888	14,60	4,0	8.493	14,54
6,0	8.469	14,46	2,0	7.887	14,59	6,0	8.498	14,54
8,0	8.469	14,47	2,5	7.890	14,59	8,0	8.514	14,54
10,0	8.465	14,50	3,0	7.890	14,59	10,0	9.242	14,69
12,0	8.465	14,59	4,0	7.886	14,59	12,0	9.373	14,98
14,0	8.465	14,75	6,0	7.889	14,59	14,0	10.070	15,04
16,0	8.465	14,92	8,0	7.891	14,60	16,0	11.920	15,15
16,5	8.463	14,94	10,0	7.891	14,63	16,5	14.030	15,16
17,0	30.160	15,16	12,0	7.896	14,81	17,0	27.710	15,20
17,2	34.910	15,19	14,0	7.892	14,89	17,2	32.550	15,20
17,4	35.350	15,20	16,0	10.750	15,15	17,4	35.250	15,20
17,6	35.350	15,20	18,0	34.140	15,21	17,6	35.300	15,20
17,8	35.490	15,20	20,0	136.500	15,19	17,8	35.440	15,20
18,0	35.510	15,20	20,5	142.500	15,18	18,0	35.480	15,20
18,2	41.150	15,20	20,7	154.300	15,17	18,2	39.190	15,20
18,4	69.520	15,20	20,9	174.100	15,17	18,4	61.910	15,20
18,6	134.800	15,19	21,1	202.700	15,17	18,6	132.300	15,20
18,8	136.200	15,19	21,3	221.600	15,17	18,8	136.100	15,20
19,0	137.000	15,19	21,5	227.700	15,17	19,0	136.800	15,19
19,5	137.000	15,18	22,0	238.300	15,16	19,5	136.900	15,19
20,0	137.100	15,18	23,0	241.400	15,14	20,0	136.900	15,18
20,5	142.800	15,16	24,0	242.200	15,13	20,5	137.300	15,18
20,7	152.600	15,16	26,0	242.300	15,10	20,7	151.500	15,18
20,9	170.800	15,17	27,0	242.500	15,09	20,9	170.300	15,16
21,1	197.900	15,16				21,1	197.200	15,16
21,3	218.000	15,15				21,3	218.200	15,16
21,5	225.500	15,15				21,5	225.000	15,15
21,7	228.700	15,16						
21,9	233.400	15,14						
22,1	235.600	15,13						
22,3	237.400	15,15						
22,5	238.600	15,13						
23,0	239.400	15,14						
24,0	239.600	15,13						
26,0	239.900	15,09						
27,0	240.100	15,08						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-25 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019

MP-04C*								
Fecha Campaña								
27/01/2019			20/03/2019			21/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,2	4.324	25,84	1,5	3.661	25,56	1,5	3.830	25,7
1,4	4.322	25,79	2,0	3.691	25,73	2,0	3.840	25,74
1,6	4.324	25,78	2,5	3.692	25,75	2,5	3.840	25,74
1,8	4.322	25,76	3,0	3.693	25,75	3,0	3.840	25,74
2,0	4.322	25,75	4,0	3.693	25,75	4,0	3.840	25,75
2,5	4.322	25,75	5,0	3.692	25,75	5,0	3.840	25,75
3,0	4.322	25,75	6,0	3.693	25,75	6,0	3.840	25,75
4,0	4.322	25,74	8,0	3.704	25,75	7,0	3.840	25,75
6,0	4.322	25,75	10,0	3.704	25,75	8,0	3.851	25,75
8,0	4.331	25,75	12,0	3.704	25,75	10,0	3.853	25,75
10,0	4.336	25,75	14,0	3.708	25,75	12,0	3.854	25,75
12,0	4.337	25,75	16,0	4.519	25,75	14,0	3.857	25,75
14,0	4.341	25,75	18,0	4.842	25,75	16,0	4.617	25,75
16,0	4.826	25,75	20,0	6.017	25,75	18,0	4.927	25,75
18,0	5.371	25,75	22,0	6.717	25,76	20,0	6.004	25,75
20,0	7.089	25,76	24,0	6.921	25,77	22,0	6.977	25,76
20,5	7.146	25,76	26,0	6.919	25,77	24,0	7.110	25,76
21,0	7.163	25,76	28,0	6.974	25,78	26,0	7.106	25,76
22,0	7.622	25,76	30,0	8.177	25,79	28,0	7.143	25,78
23,0	7.662	25,76	32,0	8.466	25,80	29,0	8.427	25,78
25,0	7.681	25,77	34,0	8.956	25,81	30,0	8.627	25,79
27,0	7.682	25,77	36,0	9.115	25,83	31,0	8.728	25,79
29,0	8.950	25,79	38,0	9.941	25,85	32,0	8.825	25,79
29,5	9.258	25,79	40,0	12.650	25,87	34,0	9.389	25,8
30,0	9.285	25,79	42,0	14.100	25,89	35,0	9.427	25,81
30,5	9.291	25,79	44,0	15.650	25,91	36,0	9.526	25,82
31	9.315	25,8	45	16.570	25,92	37,0	9.697	25,84
32	9.562	25,8	46	18.560	25,94	38,0	10.310	25,84
34	10.210	25,81	46,5	19.630	25,94	39,0	11.140	25,86
36	10.530	25,83	47	21.680	25,95	40,0	13.050	25,87
38	10.760	25,85	47,5	30.010	25,96	42,0	13.050	25,87
40	13.480	25,87	48	32.350	25,97	44,0	14.600	25,89
42	15.590	25,88	48,2	32.770	25,97	46,0	18.690	25,94
44	17.470	25,91	48,4	33.580	25,97	46,5	19.740	25,94
46	18.980	25,93	48,6	38.570	25,97	47,0	21.550	25,95
47	21.940	25,95	48,8	42.200	25,97	47,5	27.780	25,95
47,2	23.200	25,96	49	47.070	25,98	48,0	34.610	25,97
47,4	25.680	25,96	49,2	51.000	25,98	48,2	34.770	25,97
47,6	28.610	25,96	49,4	57.320	25,98	48,4	35.200	25,97
47,8	32.890	25,96	49,6	68.940	25,99	48,6	38.380	25,97
48	35.680	25,97	49,8	78.860	25,99	48,8	42.410	25,97
48,5	39.020	25,97	50	89.670	25,99	49,0	47.210	25,97
49	49.990	25,98	50,2	97.390	26	49,2	51.470	25,98
49,5	66.400	25,98	50,4	105.700	26	49,4	58.060	25,98

MP-04C*								
Fecha Campaña								
27/01/2019			20/03/2019			21/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
49,7	78.800	25,99	50,6	112.900	26	49,6	70.490	25,98
49,9	89.470	25,99	50,8	121.900	26,01	49,8	81.350	25,98
50,1	101.100	25,99	51	132.800	26,01	50,0	91.580	25,98
50,3	107.800	26	51,2	141.300	26,01	50,2	100.900	25,99
50,5	116.300	26	51,4	147.600	26,01	50,4	108.800	25,99
51	141.300	26,01	51,6	155.000	26,02	50,6	116.300	26
51,2	151.000	26,01	51,8	164.800	26,02	50,8	125.500	26
51,4	158.400	26,01	52	174.700	26,02	51,0	136.100	26,01
51,6	166.400	26,02	52,2	184.000	26,03	51,2	145.200	26,01
51,8	176.300	26,02	52,4	192.400	26,02	51,4	152.100	26,01
52	187.100	26,02	52,6	197.000	26,03	51,6	159.700	26,01
52,2	196.500	26,02	52,8	200.300	26,03	51,8	170.400	26,01
52,4	203.500	26,02	53	203.700	26,03	52,0	180.100	26,01
52,6	210.800	26,03	53,2	208.500	26,04	52,2	190.100	26,02
52,8	214.500	26,03	53,4	209.700	26,04	52,4	198.000	26,02
53	217.900	26,08	53,6	210.800	26,04	52,6	203.400	26,03
53,5	228.100	26,05	53,8	214.200	26,04	52,8	206.600	26,03
54	237.100	26,06	54	221.200	26,05	53,0	209.900	26,03
55	248.000	26,06	54,5	226.400	26,05	53,2	214.400	26,04
57	257.200	26,09	55	231.200	26,06	53,4	217.000	26,04
59	259.400	26,14	55,5	234.500	26,07	53,6	220.100	26,04
61	260.400	26,16	56	237.100	26,08	53,8	223.900	26,04
63	260.100	26,19	56,5	238.600	26,09	54,0	227.100	26,04
65	261.000	26,24	57	239.700	26,1	54,2	229.700	26,05
67	261.100	26,23	58	240.800	26,12	54,5	232.300	26,06
69	261.200	26,3	59	241.500	26,13	55,0	235.900	26,06
71	261.000	26,33	60	241.900	26,14	56,0	240.700	26,08
73	260.000	26,38	62	242.200	26,17	57,0	242.800	26,08
75	259.900	26,43	64	242.400	26,18	58,0	243.800	26,12
77	260.000	26,45	66	242.800	26,24	59,0	244.300	26,12
79	260.000	26,47	68	243.500	26,26	60,0	244.800	26,14
81	260.300	26,47	70	243.700	26,27	62,0	245.200	26,14
83	259.900	26,56	72	243.700	26,35	64,0	247.400	26,21
85	259.900	26,56	74	243.000	26,44	66,0	248.900	26,21
87	259.700	26,61	76	243.100	26,48	68,0	249.900	26,28
89	259.400	26,68	78	243.200	26,51	70,0	250.500	26,28
91	259.300	26,72	81	243.100	26,53	72,0	250.800	26,35
93	259.200	26,75	84	243.200	26,54	74,0	250.300	26,41
95	259.300	26,75	87	243.100	26,55	76,0	250.800	26,41
97	258.800	26,79	90	242.600	26,67	78,0	251.000	26,49
99	257.400	26,85	93	242.600	26,69	80,0	251.200	26,5
101	256.400	26,89	96	242.100	26,77	84,0	251.300	26,53
103	255.800	26,94	99	241.200	26,85	87,0	251.500	26,53
105	255.600	26,97	102	238.100	26,91	90,0	250.600	26,67
107	255.100	27,01	105	237.200	26,94	93,0	250.400	26,67
109	254.400	27,08	108	236.700	26,99	96,0	249.300	26,7

MP-04C*								
Fecha Campaña								
27/01/2019			20/03/2019			21/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
111	254.400	27,09	111	236.100	27,03	99,0	245.000	26,86
113	254.400	27,12	114	236.000	27,13	102,0	242.800	26,86
115	254.300	27,14	116	235.500	27,15	105,0	242.000	26,97
						108,0	241.300	26,97
						111,0	240.800	27,1
						113,0	240.700	27,1

*Sin monitoreo en febrero 2019 por episodio de precipitaciones
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-26 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MP-04C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			17/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,1	4.123	25,24	1,1	3.856	25,31	1,5	4.117	25,72
1,2	4.103	25,24	1,2	3.845	25,66	2,0	4.125	25,72
1,4	4.117	25,24	1,4	3.844	25,43	2,5	4.126	25,73
1,6	4.119	25,61	1,8	3.828	25,71	3,0	4.127	25,73
1,8	4.119	25,61	2,0	3.838	25,73	4,0	4.128	25,73
2,0	4.115	25,75	2,5	3.837	25,74	5,0	4.129	25,74
2,5	4.113	25,75	3,0	3.838	25,74	6,0	4.125	25,74
3,0	4.114	25,75	4,0	3.838	25,74	8,0	4.133	25,74
4,0	4.113	25,75	5,0	3.838	25,74	10,0	4.134	25,74
5,0	4.114	25,76	6,0	3.839	25,74	12,0	4.137	25,74
6,0	4.114	25,75	8,0	3.848	25,75	14,0	4.139	25,74
8,0	4.124	25,75	10,0	3.850	25,75	16,0	4.969	25,74
10,0	4.127	25,75	12,0	3.850	25,75	18,0	5.325	25,74
12,0	4.128	25,76	14,0	3.853	25,75	20,0	6.898	25,75
14,0	4.129	25,76	16,0	4.775	25,75	22,0	7.278	25,75
16,0	4.972	25,76	18,0	5.217	25,75	24,0	7.279	25,76
18,0	5.286	25,76	20,0	6.519	25,76	26,0	7.280	25,76
20,0	6.547	25,76	22,0	6.862	25,76	28,0	7.281	25,77
22,0	7.164	25,76	24,0	6.987	25,76	30,0	9.171	25,78
24,0	7.293	25,77	26,0	7.044	25,77	32,0	9.231	25,79
26,0	7.293	25,77	28,0	7.149	25,78	34,0	9.665	25,81
28,0	7.305	25,78	30,0	8.674	25,79	36,0	9.810	25,82
30,0	9.019	25,78	32,0	8.755	25,80	38,0	10.470	25,84
32,0	9.162	25,78	34,0	9.359	25,81	39,0	11.290	25,85
34,0	9.616	25,81	36,0	9.387	25,83	40,0	12.290	25,86
36,0	9.834	25,81	38,0	10.210	25,85	41,0	14.380	25,86
38,0	10.150	25,85	40,0	13.100	25,87	42,0	14.850	25,88
40,0	14.260	25,85	42,0	14.350	25,89	43,0	15.450	25,89
42,0	14.780	25,85	44,0	16.070	25,91	44,0	16.360	25,90
44,0	16.250	25,91	46,0	17.690	25,93	45,0	16.800	25,91

MP-04C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			17/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
46,0	17.750	25,91	48,0	34.010	25,97	46,0	18.020	25,92
48,0	30.600	25,91	50,0	91.460	25,99	46,5	18.750	25,93
50,0	86.870	25,97	51,0	136.800	26,01	47,0	20.440	25,93
50,5	106.200	25,97	51,2	146.400	26,01	47,5	25.400	25,94
51,0	129.700	26,01	51,4	153.700	26,02	48,0	34.060	25,95
51,2	138.010	26,01	51,6	161.300	26,02	48,2	34.840	25,96
51,4	146.300	26,01	51,8	171.100	26,02	48,4	35.280	25,96
51,6	153.200	26,01	52,0	181.000	26,02	48,6	37.140	25,97
51,8	161.800	26,03	52,2	191.300	26,02	48,8	40.890	25,97
52,0	185.300	26,03	52,4	201.500	26,02	49,0	45.770	25,97
52,2	197.400	26,03	52,6	206.100	26,03	49,2	50.040	25,97
52,4	201.800	26,04	52,8	209.200	26,03	49,4	56.700	25,98
52,6	201.800	26,04	53,0	212.500	26,04	49,6	65.550	25,98
52,8	201.800	26,04	53,5	222.300	26,04	49,8	77.530	25,98
53,0	202.010	26,04	54,0	231.000	26,06	50,0	86.820	25,99
53,5	211.000	26,04	55,0	241.000	26,08	50,2	96.210	25,99
54,0	219.500	26,04	56,0	247.100	26,08	50,4	103.500	25,99
55,0	223.600	26,04	58,0	251.200	26,12	50,6	110.500	26,00
56,0	235.000	26,04	60,0	252.000	26,15	50,8	119.400	26,00
58,0	238.300	26,04	62,0	252.000	26,18	51,0	129.600	26,00
60,0	241.100	26,08	64,0	251.600	26,22	51,2	139.000	26,00
62,0	241.500	26,12	66,0	253.600	26,23	51,4	146.000	26,01
64,0	241.900	26,12	68,0	251.500	26,27	51,6	152.900	26,01
66,0	242.000	26,24	70,0	251.100	26,31	51,8	161.800	26,02
68,0	242.000	26,24	72,0	250.700	26,35	52,0	172.100	26,01
70,0	242.000	26,24	74,0	249.300	26,41	52,2	181.000	26,02
72,0	242.000	26,35	76,0	249.100	26,47	52,4	187.900	26,02
74,0	240.800	26,35	78,0	249.000	26,49	52,6	195.500	26,02
76,0	240.800	26,35	80,0	248.800	26,51	52,8	199.000	26,02
78,0	240.500	26,53	82,0	248.800	26,51	53,0	201.800	26,03
80,0	240.200	26,53	84,0	248.700	26,52	53,2	206.700	26,03
82,0	240.100	26,53	86,0	248.600	26,53	53,4	209.300	26,03
84,0	240.000	26,55	88,0	248.200	26,63	53,6	213.100	26,04
86,0	240.000	26,55	90,0	248.100	26,66	53,8	216.600	26,04
88,0	239.900	26,55	92,0	248.000	26,72	54,0	219.900	26,05
90,0	239.900	26,69	94,0	247.800	26,73	54,5	226.000	26,05
92,0	239.700	26,69	96,0	247.600	26,75	55,0	230.200	26,06
94,0	239.600	26,69	98,0	245.100	26,77	55,5	233.700	26,07
96,0	239.600	26,69	100,0	244.600	26,86	56,0	236.000	26,08
98,0	239.600	26,70	102,0	243.400	26,90	56,5	237.400	26,08
100,0	239.600	26,70	104,0	242.800	26,93	57,0	238.800	26,08
102,0	239.600	26,70	106,0	242.200	26,96	58,0	239.900	26,10
104,0	239.600	26,72	108,0	241.400	27,02	59,0	240.600	26,13
106,0	239.600	26,72				60,0	241.000	26,13
108,0	239.600	26,74				62,0	241.800	26,17

MP-04C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			17/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
						64,0	242.200	26,20
						66,0	242.200	26,22
						68,0	242.200	26,27
						70,0	242.200	26,32
						72,0	241.600	26,34
						74,0	240.400	26,46
						76,0	240.400	26,47
						78,0	240.400	26,50
						81,0	240.300	26,51
						84,0	240.400	26,53
						87,0	240.300	26,52
						90,0	240.200	26,66
						93,0	240.100	26,71
						96,0	240.000	26,75
						99,0	237.100	26,85
						102,0	236.700	26,85
						105,0	236.400	26,92
						108,0	235.800	27,00
						111,0	235.300	27,10
						114,0	235.200	27,12
						116,0	235.400	27,14

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-27 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019

MP-05C*								
Fecha Campaña								
27/01/2019			20/03/2019			19/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,6	112.000	22,95	1,5	92.380	23,18	1,2	67.420	20,41
1,8	117.800	21,47	2,0	92.780	22,43	1,4	67.350	20,31
2,0	118.100	20,66	2,5	92.840	21,70	1,6	67.350	20,2
2,5	117.700	19,8	3,0	95.630	21,34	1,8	67.370	20,06
3,0	118.200	19,52	4,0	96.050	20,89	2,0	67.370	19,9
4,0	117.900	19,43	5,0	99.030	20,18	3,0	67.200	19,85
6,0	117.600	19,23	6,0	99.550	19,52	4,0	67.380	19,86
8,0	117.500	18,98	8,0	104.000	19,01	6,0	68.800	19,28
10,0	117.900	18,95	10,0	103.400	18,97	7,0	68.780	19,1
12,0	118.000	18,94	12,0	102.600	18,96	7,5	68.850	18,95
14,0	136.000	18,96	14,0	132.300	18,98	8,0	68.860	18,95
16,0	137.300	18,97	14,5	132.700	18,98	9,0	68.840	18,94
18,0	137.400	18,95	15,0	132.700	18,98	11,0	68.950	18,94
20,0	137.500	18,94	15,5	133.000	18,98	13,0	72.060	18,93
22,0	137.600	18,91	16,0	133.100	18,98	13,2	73.850	18,92
24,0	137.700	18,87	18,0	133.800	18,97	13,4	75.910	18,92
25,0	137.900	18,84	20,0	133.700	18,97	13,6	77.650	18,92

MP-05C*								
Fecha Campaña								
27/01/2019			20/03/2019			19/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
26,0	140.700	18,8	21,0	133.400	18,97	13,8	81.530	18,92
26,2	165.200	18,79	21,5	133.300	18,97	14,0	84.760	18,91
26,4	189.100	18,83	22,0	133.200	18,97	14,5	93.590	18,91
26,6	219.800	19,03	23,0	133.100	18,96	15,0	107.400	18,9
26,8	220.700	19,06	24,0	133.200	18,94	15,2	113.600	18,9
27,0	221.700	19,08	24,5	133.700	18,92	15,4	134.100	18,93
27,5	225.200	19,1	25,0	133.800	18,89	15,6	145.000	18,96
28,0	233.600	19,16	25,2	133.700	18,89	15,8	147.800	18,97
29	241.300	19,16	25,4	133.800	18,86	16,0	148.000	18,97
30	248.200	19,2	25,6	133.900	18,85	16,5	147.900	18,97
32	250.000	19,29	25,8	134.400	18,83	17,0	147.800	18,97
34	253.200	19,32	27	137.800	18,81	18,0	147.900	18,97
36	253.600	19,46	27,2	156.300	18,83	19,0	148.000	18,96
38	253.500	19,5	27,4	185.100	18,91	21,0	147.900	18,97
40	253.500	19,52	27,6	204.000	19,01	23,0	148.700	18,92
42	253.500	19,52	27,8	204.800	19,05	25,0	148.700	18,89
44	253.500	19,52	28	219.600	19,16	27,0	186.700	18,88
46	253.500	19,54	28,5	225.100	19,18	27,2	212.600	19,09
48	253.500	19,57	29	225.100	19,17	27,4	213.700	19,11
50	253.700	19,74	30	225.700	19,17	27,6	216.600	19,14
52	253.700	19,79	31	226.600	19,22	27,8	219.800	19,14
54	253.600	19,82	33	231.000	19,28	28,0	222.400	19,16
56	253.700	19,86	34	234.700	19,34	28,2	228.100	19,17
58	253.600	19,87	34,5	234.600	19,35	28,4	228.700	19,18
60	253.600	19,9	35	236.300	19,39	28,6	228.700	19,17
62	253.600	19,9	35,2	236.200	19,45	29,0	228.700	19,17
64	253.600	20,1	35,4	236.300	19,51	30,0	230.700	19,2
66	253.600	20,09	35,6	236.100	19,59	32,0	235.000	19,25
68	253.600	20,2	35,8	236.000	19,62	34,0	239.500	19,34
70	253.700	20,26	36	235.900	19,63	36,0	239.500	19,64
72	253.500	20,35	36,2	235.800	19,63	38,0	240.200	19,71
74	253.600	20,42	36,4	235.700	19,63	40,0	241.000	19,71
76	253.600	20,46	36,6	235.600	19,65	42,0	240.700	19,72
			36,8	235.600	19,68	44,0	240.500	19,72
			37	235.500	19,68	46,0	240.500	19,73
			37,5	235.800	19,68	48,0	240.400	19,73
			38	235.400	19,72	50,0	240.300	19,75
			38,2	235.400	19,72	52,0	240.300	19,76
			38,4	235.300	19,72	54,0	240.200	19,79
			38,6	235.200	19,73	56,0	240.200	19,81
			38,8	235.100	19,73	58,0	239.700	19,85
			39	235.100	19,72	60,0	239.800	19,87
			40	235.000	19,72	62,0	239.800	19,91
			41	234.900	19,72	64,0	239.700	20,01
			42	234.900	19,71	66,0	239.800	20,13
			44	234.800	19,72	68,0	239.500	20,15

MP-05C*								
Fecha Campaña								
27/01/2019			20/03/2019			19/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
			46	234.700	19,73	70,0	239.600	20,34
			48	234.600	19,74	72,0	239.800	20,4
			50	234.400	19,76			
			52	234.600	19,97			
			55	234.500	19,81			
			58	234.400	19,85			
			61	234.400	19,91			
			64	234.500	19,97			
			67	234.700	20,21			

*Sin monitoreo en febrero 2019 por episodio de precipitaciones
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-28 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MP-05C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			17/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,0	60.510	18,52	1,2	61.360	21,01	1,5	65.860	21,51
1,2	60.430	18,52	1,4	61.370	20,32	2,0	65.270	19,87
1,4	60.480	18,52	1,6	61.310	19,59	2,5	65.500	19,38
1,6	60.490	18,52	1,8	61.420	19,55	3,0	65.600	19,28
1,8	60.490	18,50	2,0	61.560	19,22	4,0	65.610	19,21
2,0	60.500	18,50	2,5	61.550	19,17	5,0	65.800	19,08
2,5	60.510	18,50	3,0	62.240	19,14	6,0	66.260	18,93
3,0	60.510	18,85	4,0	62.360	19,13	7,0	66.340	18,90
4,0	60.460	18,85	5,0	62.360	19,00	8,0	66.320	18,89
5,0	60.440	18,85	6,0	62.360	18,95	10,0	66.430	18,89
6,0	60.510	18,85	8,0	62.460	18,91	12,0	67.290	18,89
8,0	60.620	18,93	10,0	62.510	18,91	12,5	67.480	18,89
10,0	60.640	18,93	12,0	63.120	18,91	13,0	67.700	18,88
12,0	60.660	18,93	14,0	63.790	18,90	13,5	67.890	18,89
14,0	61.190	18,93	16,0	64.460	18,90	14,0	68.130	18,88
16,0	63.120	18,91	18,0	68.080	18,89	14,5	68.320	18,88
18,0	81.970	18,91	20,0	75.060	18,87	15,0	68.530	18,89
20,0	90.950	18,91	22,0	86.870	18,84	15,5	68.600	18,88
22,0	92.060	18,91	24,0	172.000	18,77	16,0	69.030	18,89
24,0	126.700	18,89	26,0	211.700	18,96	18,0	73.550	18,87
26,0	186.500	18,90	26,2	211.700	18,97	20,0	80.420	18,84
26,2	203.600	18,91	26,4	211.900	19,00	21,0	86.850	18,82
26,4	206.400	19,02	26,6	211.900	19,04	21,5	93.350	18,81
26,6	206.600	19,02	26,8	211.800	19,08	22,0	101.700	18,79
26,8	206.300	19,02	27,0	213.100	19,12	23,0	107.500	18,75
27,0	207.600	19,02	27,5	218.500	19,17	24,0	188.400	18,81
27,5	213.100	19,08	28,0	223.300	19,25	24,5	211.000	18,90

MP-05C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			17/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
28,0	218.400	19,08	29,0	230.300	19,27	25,0	211.200	18,96
29,0	226.500	19,08	30,0	235.000	19,34	25,2	211.200	18,99
30,0	233.300	19,26	32,0	235.300	19,41	25,4	211.100	18,99
32,0	234.200	19,26	34,0	235.600	19,47	25,6	211.100	18,99
34,0	235.100	19,26	36,0	235.200	19,49	25,8	211.300	19,02
36,0	234.400	19,26	38,0	235.300	19,50	26,0	211.200	19,04
38,0	234.500	19,51	40,0	235.400	19,50	26,5	211.500	19,09
40,0	234.300	19,51	42,0	235.500	19,51	27,0	212.300	19,12
42,0	234.200	19,51	44,0	235.500	19,55	27,2	213.700	19,15
44,0	234.600	19,54	46,0	236.300	19,68	27,4	216.600	19,17
46,0	234.600	19,54	48,0	235.800	19,70	27,6	219.800	19,21
48,0	234.200	19,54	50,0	236.000	19,77	27,8	220.200	19,21
50,0	234.600	19,54	52,0	236.000	19,82	28,0	221.300	19,23
52,0	234.600	19,80	54,0	236.100	19,84	28,5	227.700	19,26
54,0	234.600	19,80	56,0	236.300	19,85	29,0	227.900	19,27
56,0	234.400	19,80	58,0	235.800	19,92	30,0	227.800	19,28
58,0	234.200	19,80	60,0	236.200	19,94	31,0	232.000	19,34
60,0	234.200	19,80	62,0	236.000	19,94	33,0	232.600	19,43
62,0	234.500	19,89	64,0	236.100	20,03	34,0	232.400	19,46
64,0	234.300	19,89	66,0	236.200	20,09	34,5	232.400	19,46
66,0	234.500	19,89	68,0	235.700	20,17	35,0	232.300	19,48
68,0	234.500	20,17	70,0	236.200	20,18	35,2	232.400	19,48
70,0	234.600	20,15	72,0	236.500	20,26	35,4	232.400	19,48
72,0	234.600	20,15				35,6	232.400	19,48
						35,8	232.500	19,48
						36,0	232.500	19,49
						36,2	232.400	19,49
						36,4	232.500	19,48
						36,6	232.400	19,48
						36,8	232.600	19,48
						37,0	232.300	19,49
						37,5	232.500	19,48
						38,0	232.500	19,43
						38,2	232.500	19,48
						38,4	232.500	19,49
						38,6	232.400	19,49
						38,8	232.400	19,49
						39,0	232.500	19,49
						40,0	232.600	19,50
						41,0	232.500	19,50
						42,0	232.600	19,50
						44,0	232.500	19,50
						46,0	234.000	19,54
						48,0	233.500	19,73
						50,0	233.100	19,79

MP-05C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			17/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
						52,0	233.400	19,81
						55,0	233.200	19,83
						58,0	233.300	19,93
						61,0	233.200	19,94
						64,0	233.400	20,00
						67,0	233.300	20,13
						68,0	233.400	10,18
						70,0	233.600	20,20
						72,0	233.400	20,30
						74,0	233.700	20,37
						76,0	233.200	20,42
						77,0	233.100	20,46

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-29 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-06C. Campañas de Enero a Abril 2019

MP-06C											
Fecha Campaña											
27/01/2019			26/02/2019			21/03/2019			19/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,8	25.060	20,88	1,4	17.710	21,69	2,0	15.990	21,22	1,4	16.910	20,95
2,0	25.040	20,74	1,6	17.780	21,39	2,5	15.970	20,96	1,6	16.900	20,75
2,2	25.030	20,65	1,8	17.810	21,31	3,0	16.000	20,74	1,8	16.930	20,78
2,7	25.040	20,61	2,0	17.810	21,31	4,0	16.000	20,52	2,0	16.930	20,88
3,0	25.040	20,52	2,5	17.820	20,90	6,0	15.980	20,14	3,0	16.960	20,7
4,0	25.050	20,45	3,0	17.840	20,90	8,0	15.990	20,40	5,0	16.940	20,41
6,0	25.040	20,39	4,0	17.840	20,51	10,0	16.030	20,40	7,0	16.930	20,4
8,0	25.050	20,38	6,0	17.820	20,40	12,0	15.950	20,40	9,0	16.930	20,4
10,0	25.110	20,38	8,0	17.810	20,40	14,0	19.570	20,40	11,0	16.969	20,4
12,0	25.150	20,38	10,0	17.860	20,40	16,0	21.180	20,40	13,0	18.980	20,39
14,0	31.210	20,37	12,0	17.830	20,40	18,0	21.250	20,39	15,0	21.750	20,4
15,0	32.920	20,37	14,0	22.050	20,40	20,0	21.250	20,40	17,0	21.960	20,39
16,0	33.290	20,37	16,0	23.570	20,40	21,0	28.050	20,39	19,0	21.950	20,39
18,0	33.400	20,37	18,0	23.720	20,40	21,2	28.470	20,39	21,0	25.330	20,39
20,0	33.480	20,37	20,0	23.740	20,40	21,4	28.630	20,39	21,2	25.610	20,38
22,0	122.400	20,35	22,0	104.000	20,40	21,6	100.400	20,38	21,4	26.520	20,39
22,2	122.800	20,36	24,0	110.500	20,40	21,8	100.700	20,38	21,6	109.900	20,38
22,4	123.600	20,35	26,0	154.400	20,40	22,0	100.700	20,38	21,8	110.600	20,38
22,6	124.200	20,36	28,0	158.700	20,40	22,2	101.100	20,39	22,0	110.500	20,38
22,8	124.400	20,36	30,0	152.000	20,50	22,4	102.700	20,39	22,2	110.800	20,38
23,0	124.500	20,35	32,0	157.400	20,50	22,6	104.400	20,39	22,5	113.400	20,39
23,5	124.600	20,35	34,0	165.600	20,54	22,8	105.000	20,39	23,0	114.700	20,39
24,0	124.500	20,34	35,0	168.500	20,54	23,0	105.700	20,39	24,0	116.100	20,39
25,0	124.500	20,34	35,2	170.300	20,54	23,2	105.700	20,39	25,0	116.800	20,39
26,0	140.500	20,33	35,4	171.800	20,55	23,5	105.700	20,40	26,0	139.500	20,37
26,5	170.500	20,39	35,6	173.400	20,55	24,0	106.200	20,39	26,2	152.700	20,39

MP-06C											
Fecha Campaña											
27/01/2019			26/02/2019			21/03/2019			19/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
26,7	183.100	20,46	35,8	179.100	20,55	25,0	107.400	20,37	26,4	166.000	20,42
26,9	183.100	20,48	36,0	184.000	20,60	25,5	109.700	20,36	26,6	169.700	20,45
27,1	183.100	20,47	36,2	183.100	20,60	26,0	136.000	20,37	26,8	169.400	20,47
27,3	183.100	20,48	36,4	185.700	20,60	26,2	150.700	20,39	27,0	169.300	20,47
27,5	183.100	20,48	37,0	187.000	20,60	26,4	162.900	20,41	27,5	169.300	20,47
28,0	183.200	20,48	37,5	187.000	20,60	26,6	162.900	20,43	28,0	168.900	20,48
29,0	183.200	20,58	38,0	209.000	20,60	26,8	163.000	20,44	29,0	169.000	20,49
31,0	183.400	20,49	39,0	224.000	20,64	27,0	163.000	20,45	31,0	168.800	20,5
33,0	184.100	20,52	40,0	229.300	20,64	27,2	163.000	20,45	33,0	169.400	20,51
34,0	193.300	20,54	42,0	229.100	20,68	27,4	162.900	20,45	34,0	177.800	20,54
34,2	193.500	20,54	44,0	228.900	20,68	27,6	162.900	20,46	34,5	178.100	20,54
34,4	193.700	20,54	46,0	231.000	20,68	27,8	163.000	20,47	35,0	180.900	20,54
34,6	194.500	20,53	48,0	231.000	20,72	28,0	163.000	20,48	35,5	186.000	20,55
34,8	196.000	20,53	50,0	232.100	20,77	28,5	162.900	20,49	36,0	199.200	20,56
35,0	196.900	20,53	52,0	232.000	20,82	29,0	163.000	20,50	36,2	200.300	20,58
35,2	199.100	20,53	54,0	232.100	20,82	30,0	162.900	20,51	36,4	201.300	20,58
35,4	201.300	20,55	56,0	232.100	20,82	31,0	163.100	20,51	36,6	201.700	20,59
35,6	203.300	20,54	58,0	232.200	20,94	33,0	163.800	20,51	36,8	202.200	20,59
35,8	210.000	20,56	60,0	232.200	20,90	34,0	172.200	20,53	37,0	202.400	20,58
36,0	216.260	20,57	62,0	230.000	20,94	34,5	172.700	20,54	37,5	212.100	20,59
36,5	218.200	20,57	64,0	230.000	20,94	35,0	175.700	20,54	38,0	223.800	20,6
37,0	219.600	20,59				35,2	176.500	20,54	38,5	232.200	20,62
38,0	240.200	20,61				35,4	178.600	20,54	39,0	235.000	20,64
40,0	252.000	20,64				35,6	181.000	20,55	40,0	237.400	20,66
42,0	252.000	20,68				35,8	187.600	20,56	41,0	237.100	20,66
44,0	252.200	20,71				36,0	193.800	20,56	43,0	237.300	20,67
46,0	254.500	20,57				36,2	195.000	20,57	45,0	239.200	20,73
48,0	255.400	20,77				36,4	195.700	20,59	47,0	240.000	20,76
50,0	255.800	20,83				36,6	196.300	20,59	49,0	240.800	20,79
52,0	256.100	20,83				36,8	197.000	20,58	51,0	241.200	20,84
54,0	256.800	20,97				37,0	197.600	20,59	53,0	242.000	20,86
56,0	256.700	21				37,5	207.200	20,59	55,0	242.000	20,89
58,0	256.700	21,01				38,0	219.800	20,61	57,0	242.100	20,95
60,0	256.700	21,04				38,2	225.200	20,62	59,0	242.000	21,03
62,0	257.000	21,06				38,4	227.000	20,62	61,0	242.200	21,05
64,0	256.900	21,15				38,6	229.400	20,62	63,0	241.900	21,12
66,0	256.700	21,19				38,8	229.300	20,64	65,0	241.900	21,15
68,0	256.900	21,22				39,0	231.900	20,64	67,0	242.000	21,18
69,0	256.700	21,28				39,5	234.100	20,64	69,0	241.800	21,24
						40,0	235.300	20,66	70,0	241.600	21,3
						41,0	235.300	20,67			
						42,0	235.300	20,68			
						44,0	235.700	20,72			
						46,0	239.000	20,75			
						48,0	240.200	20,78			
						50,0	240.700	20,82			

MP-06C											
Fecha Campaña											
27/01/2019			26/02/2019			21/03/2019			19/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
						52,0	240.700	20,86			
						55,0	241.100	20,94			
						58,0	240.900	21,02			
						61,0	240.900	21,10			
						64,0	240.800	21,17			
						67,0	240.800	21,23			
						70,0	240.700	21,31			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-30 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-06C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MP-06C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			29/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,4	18.550	20,12	1,4	16.970	20,35	2,0	16.810	20,57
1,6	18.570	20,12	1,6	16.930	20,29	2,5	16.790	20,50
1,8	18.580	20,31	1,8	16.940	20,27	3,0	16.780	20,44
2,0	18.570	20,31	2,0	16.940	20,27	4,0	16.800	20,41
2,5	18.580	20,31	2,5	16.930	20,27	6,0	16.810	20,41
3,0	18.580	20,31	3,0	16.930	20,28	8,0	16.810	20,42
4,0	18.570	20,31	4,0	16.920	20,32	10,0	16.820	20,41
6,0	18.610	20,43	6,0	16.910	20,41	12,0	16.820	20,40
8,0	18.610	20,43	8,0	16.910	20,41	14,0	19.760	20,40
10,0	18.650	20,43	10,0	16.910	20,41	16,0	20.850	20,41
12,0	18.590	20,40	12,0	16.870	20,40	18,0	20.880	20,40
14,0	22.180	20,40	14,0	20.020	20,41	20,0	20.810	20,40
16,0	23.590	20,40	16,0	21.390	20,41	21,0	25.320	20,40
18,0	23.590	20,40	18,0	21.380	20,41	21,2	25.900	20,40
20,0	23.400	20,40	20,0	21.300	20,41	21,4	27.530	20,39
22,0	114.100	20,40	22,0	112.900	20,39	21,6	76.530	20,39
24,0	117.100	20,40	24,0	118.700	20,40	21,8	105.300	20,39
26,0	134.500	20,40	26,0	144.400	20,39	22,0	105.500	20,39
28,0	163.900	20,40	28,0	170.200	20,48	22,2	106.000	20,39
30,0	164.000	20,40	30,0	170.500	20,50	22,4	106.900	20,39
32,0	164.000	20,52	32,0	170.600	20,51	22,6	110.200	20,40
34,0	172.700	20,52	34,0	180.400	20,53	22,8	110.900	20,40
35,0	176.100	20,52	35,0	183.700	20,54	23,0	115.500	20,41
35,5	181.100	20,52	35,5	198.000	20,55	23,2	111.800	20,40
35,7	182.800	20,55	35,7	191.200	20,55	23,5	111.700	20,40
35,9	192.100	20,55	35,9	201.000	20,56	24,0	111.800	20,40
36,1	194.700	20,55	36,1	203.800	20,57	25,0	112.500	20,40
36,3	195.800	20,55	36,3	204.800	20,59	25,5	115.100	20,36
36,5	196.500	20,58	36,5	205.500	20,58	26,0	142.700	20,37
36,7	197.000	20,58	36,7	206.200	20,59	26,2	159.000	20,39

MP-06C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			29/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
36,9	197.500	20,58	36,9	206.700	20,58	26,4	163.900	20,42
37,1	197.800	20,58	37,1	206.700	20,59	26,6	165.000	20,45
37,3	199.300	20,59	37,3	208.300	20,59	26,8	165.100	20,46
37,5	204.800	20,59	37,5	215.500	20,60	27,0	165.200	20,47
37,7	211.000	20,59	37,7	221.400	20,61	27,2	165.200	20,46
37,9	215.200	20,59	37,9	225.200	20,62	27,4	165.100	20,47
38,5	226.400	20,62	38,5	236.600	20,63	27,6	165.100	20,47
39,0	229.300	20,62	39,0	239.300	20,65	27,8	165.100	20,47
40,0	232.500	20,62	40,0	242.000	20,65	28,0	165.100	20,47
41,0	232.900	20,62	41,0	241.800	20,67	28,5	165.000	20,48
42,0	232.600	20,62	42,0	241.800	20,68	29,0	165.100	20,49
44,0	233.000	20,65	44,0	241.900	20,71	30,0	165.100	20,50
46,0	235.300	20,75	46,0	244.400	20,74	31,0	165.100	20,51
48,0	235.600	20,75	48,0	245.100	20,79	33,0	166.000	20,51
50,0	236.700	20,75	50,0	245.300	20,82	34,0	173.000	20,53
52,0	236.900	20,75	52,0	245.500	20,87	34,5	173.900	20,53
54,0	237.300	20,89	54,0	246.000	20,92	35,0	177.200	20,53
56,0	237.500	20,89	56,0	246.000	20,95	35,2	178.700	20,53
58,0	237.600	20,89	58,0	246.000	20,99	35,4	180.500	20,54
60,0	237.300	20,89	60,0	245.900	21,05	35,6	182.900	20,54
62,0	237.200	21,00	62,0	245.800	21,10	35,8	186.900	20,54
64,0	237.200	21,10	64,0	245.600	21,20	36,0	194.300	20,54
66,0	237.200	21,10	66,0	245.600	21,22	36,2	196.300	20,56
						36,4	197.100	20,57
						36,6	197.400	20,58
						36,8	198.200	20,58
						37,0	198.600	20,58
						37,5	204.800	20,58
						38,0	217.600	20,59
						38,2	222.200	20,60
						38,4	225.300	20,61
						38,6	226.900	20,62
						38,8	227.100	20,62
						39,0	228.300	20,62
						39,5	230.600	20,64
						40,0	231.500	20,64
						41,0	231.600	20,64
						42,0	231.500	20,66
						44,0	231.600	20,71
						46,0	234.100	20,72
						48,0	234.800	20,76
						50,0	235.200	20,81
						52,0	235.400	20,83
						55,0	236.200	20,93
						58,0	236.400	20,95

MP-06C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			29/09/2019			21/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
						61,0	236.200	21,06
						64,0	235.400	21,14
						67,0	236.200	21,15
						70,0	236.400	21,25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C. Campañas Enero a Abril 2019

MP-09C											
Fecha Campaña											
27/01/2019			26/02/2019			26/03/2019			19/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
9,2	4.579	24,98	9,2	4.001	25,04	10,0	3.935	25,00	9,5	4.085	25,01
9,4	4.585	24,98	9,4	4.002	25,03	10,5	3.934	25,08	10,0	4.053	25,08
9,6	4.585	25,04	9,6	4.001	25,03	11,0	3.932	25,11	11,0	4.046	25,13
9,8	4.586	25,04	10,0	3.998	25,09	12,0	3.931	25,12	13,0	4.043	25,13
10,0	4.584	25,04	10,5	3.996	25,09	13,0	3.930	25,13	15,0	4.044	25,13
10,5	4.581	25,07	11,0	3.995	25,09	14,0	3.931	25,13	17,0	4.045	25,13
11,0	4.581	25,08	12,0	3.995	25,09	16,0	3.930	25,12	19,0	4.044	25,14
12,0	4.581	25,09	13,0	3.996	25,09	18,0	3.932	25,13	21,0	4.045	25,12
14,0	4.581	25,09	14,0	3.997	25,09	20,0	3.931	25,13	23,0	4.045	25,14
16,0	4.582	25,09	16,0	3.997	25,09	22,0	3.932	25,13	25,0	4.046	25,14
18,0	4.580	25,09	18,0	3.997	25,09	24,0	3.932	25,14	27,0	4.048	25,19
20,0	4.582	25,09	19,0	3.996	25,09	26,0	3.932	25,16	29,0	4.048	25,21
22,0	4.581	25,09	20,0	3.996	25,09	28,0	3.932	25,18	31,0	4.049	25,23
24,0	4.581	25,1	22,0	3.995	25,10	30,0	3.931	25,21	33,0	4.047	25,46
26,0	4.581	25,14	24,0	3.996	25,10	32,0	3.931	25,71	35,0	4.050	25,61
28,0	4.581	25,16	26,0	3.997	25,13	34,0	3.933	25,60	37,0	4.050	25,67
30,0	4.581	25,19	28,0	3.996	25,13	36,0	3.932	25,66	39,0	4.050	25,67
32,0	4.582	25,28	30,0	3.996	25,19	38,0	3.931	25,67	41,0	4.052	25,68
34,0	4.581	25,65	32,0	3.996	25,19	40,0	3.931	25,67	43,0	4.052	25,7
36,0	4.580	25,65	34,0	3.995	25,60	42,0	3.933	25,69	45,0	4.053	25,7
38,0	4.581	25,65	36,0	3.995	25,60	44,0	3.931	25,69	47,0	4.053	25,72
40,0	4.581	25,66	38,0	3.995	25,66	46,0	3.932	25,69	49,0	4.053	25,72
42,0	4.581	25,68	40,0	3.995	25,66	48,0	3.932	25,77	51,0	4.054	25,72
44,0	4.580	25,69	42,0	3.995	25,68	50,0	3.932	25,72	53,0	4.053	25,75
46,0	4.582	25,7	44,0	3.995	25,68	52,0	3.932	25,74	55,0	4.054	25,76
48,0	4.582	25,7	46,0	3.996	25,70	54,0	3.932	25,76	57,0	4.055	25,83
50,0	4.581	25,72	48,0	3.996	25,70	56,0	3.932	25,83	59,0	4.055	25,85
52,0	4.582	25,74	50,0	3.995	25,71	58,0	3.932	25,84	61,0	4.064	25,85
54,0	4.580	25,75	52,0	3.996	25,71	60,0	3.936	25,85	63,0	4.066	25,86
56,0	4.582	25,81	54,0	3.996	25,74	62,0	3.942	25,86	65,0	4.067	25,86
58,0	4.581	25,84	56,0	3.997	25,74	64,0	3.644	25,86	67,0	4.069	25,86
60,0	4.581	25,85	58,0	3.997	25,74	66,0	3.944	25,86	67,5	4.084	25,87
62,0	4.593	25,86	60,0	3.997	25,84	68,0	5.172	25,87	68,0	4.119	25,87
64,0	4.594	25,86	62,0	4.004	25,84	68,2	9.079	25,89	68,2	7.245	25,87

MP-09C											
Fecha Campaña											
27/01/2019			26/02/2019			26/03/2019			19/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
66,0	4.595	25,86	64,0	4.009	25,85	68,4	9.180	25,87	68,4	9.206	25,87
67,0	4.599	25,87	66,0	4.010	25,86	68,6	10.620	25,87	68,6	11.350	25,87
67,5	4.610	25,87	68,0	4.046	25,86	68,8	14.410	25,87	68,8	14.380	25,87
67,8	4.628	25,87	70,0	44.880	25,89	69,0	17.960	25,88	69,0	18.420	25,88
68,0	4.630	25,87	71,0	114.200	25,89	69,2	21.430	25,80	69,2	21.800	25,88
68,2	4.661	25,87	71,5	118.400	25,91	69,4	25.850	25,80	69,4	26.350	25,88
68,4	7.013	25,87	72,0	206.400	25,91	69,6	31.030	25,89	69,6	33.340	25,89
68,6	10.760	25,87	72,2	215.700	25,93	69,8	39.180	25,89	69,8	39.040	25,89
68,8	14.050	25,88	72,3	235.500	25,93	70,0	47.820	25,89	70,0	47.750	25,89
69,0	17.620	25,88	74,0	235.700	25,96	70,2	57.000	25,90	70,2	60.490	25,89
69,2	22.090	25,88	76,0	236.000	25,96	70,4	66.770	25,90	70,4	71.530	25,9
69,4	26.300	25,88	78,0	235.800	26,02	70,6	83.950	25,90	70,6	85.720	25,9
69,6	30.900	25,89	80,0	233.700	26,02	70,8	94.720	25,91	70,8	100.600	25,9
69,8	36.500	25,89	82,0	233.600	26,11	71,0	111.700	25,91	71,0	114.700	25,91
70,0	44.390	25,89	84,0	233.600	26,11	71,2	129.200	25,91	71,2	132.800	25,91
70,2	60.050	25,89	86,0	229.700	26,19	71,4	145.700	25,91	71,4	149.500	25,91
70,4	73.520	25,9				71,6	166.600	25,92	71,6	169.800	25,92
70,6	85.810	25,9				71,8	187.600	25,92	71,8	189.900	25,92
70,8	101.900	25,9				72,0	203.800	25,92	72,0	206.600	25,93
71,0	118.100	25,91				72,2	217.000	25,93	72,2	219.800	25,92
71,2	137.300	25,91				72,4	226.200	25,93	72,4	229.200	25,93
71,4	157.200	25,92				72,6	232.700	25,94	72,6	235.300	25,93
71,6	177.900	25,92				72,8	236.500	25,93	72,8	238.100	25,94
71,8	199.700	25,92				73,0	238.500	25,94	73,0	241.000	25,94
72,0	219.500	25,92				73,5	240.600	25,95	73,5	243.200	25,94
72,2	232.000	25,93				74,0	240.200	25,96	74,0	243.400	25,95
72,4	241.300	25,93				75,0	239.900	25,98	75,0	243.800	25,97
72,6	248.400	25,93				76,0	239.800	25,98	77,0	243.900	26,01
72,8	252.800	25,94				78,0	239.400	26,02	79,0	243.400	26,04
73,0	254.900	25,94				80,0	238.000	26,08	81,0	239.100	26,09
73,5	257.000	25,95				82,0	234.800	26,12	83,0	238.600	26,13
74,0	257.500	25,95				84,0	234.700	26,16	85,0	238.600	26,17
75,0	258.100	25,97				86,0	234.900	26,20	87,0	238.400	26,22
76,0	258.400	25,99				88,0	234.800	26,24	89,0	238.300	26,26
78,0	258.600	26,03				90,0	234.800	26,28	91,0	238.200	26,28
80,0	256.300	26,07				92,0	234.900	26,31	93,0	238.000	26,38
82,0	253.800	26,11				94,0	234.900	26,38	95,0	238.000	26,4
84,0	253.700	26,15				96,0	234.800	26,42	97,0	237.900	26,42
86,0	253.700	26,2				98,0	234.700	26,43			
88,0	253.600	26,23									
90,0	253.800	26,28									
92,0	253.800	26,32									
94,0	253.800	26,39									
96,0	253.800	26,41									
98,0	253.800	26,43									
98,5	253.700	26,45									

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-32 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MP-09C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			29/09/2019			05/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
9,0	4.312	24,72	9,3	4.396	24,96	9,3	4.392	25,00
9,2	4.352	24,72	9,4	4.401	24,85	9,4	4.386	25,13
9,4	4.355	24,81	9,6	4.406	24,91	9,6	4.384	25,16
9,6	4.356	24,81	10,0	4.398	25,10	10,0	4.383	25,19
10,0	4.357	25,11	10,5	4.397	25,20	10,5	4.382	25,24
10,5	4.362	25,11	11,0	4.396	25,22	11,0	4.383	25,26
11,0	4.360	25,11	12,0	4.396	25,24	12,0	4.384	25,26
12,0	4.360	25,15	13,0	4.397	25,23	13,0	4.384	25,26
13,0	4.360	25,18	14,0	4.396	25,24	14,0	4.385	25,26
14,0	4.360	25,18	16,0	4.397	25,24	16,0	4.385	25,27
16,0	4.361	25,18	18,0	4.397	25,24	18,0	4.385	25,26
18,0	4.361	25,18	20,0	4.396	25,24	20,0	4.386	25,27
20,0	4.361	25,18	22,0	4.397	25,26	22,0	4.386	25,27
22,0	4.360	25,19	24,0	4.397	25,26	24,0	4.386	25,29
24,0	4.360	25,19	26,0	4.396	25,27	26,0	4.387	25,31
26,0	4.359	25,22	28,0	4.398	25,30	28,0	4.387	25,32
28,0	4.360	25,22	30,0	4.396	25,32	30,0	4.387	25,34
30,0	4.360	25,22	32,0	4.395	25,43	32,0	4.387	25,42
32,0	4.360	25,27	34,0	4.396	25,64	34,0	4.389	25,66
34,0	4.359	25,65	36,0	4.396	25,70	36,0	4.388	25,70
36,0	4.359	25,65	38,0	4.395	25,70	38,0	4.389	25,70
38,0	4.359	25,68	40,0	4.396	25,71	40,0	4.389	25,70
40,0	4.359	25,68	42,0	4.395	25,72	42,0	4.389	25,72
42,0	4.358	25,70	44,0	4.395	25,73	44,0	4.389	25,72
44,0	4.358	25,70	46,0	4.395	25,74	46,0	4.388	25,72
46,0	4.358	25,70	48,0	4.396	25,75	48,0	4.390	25,72
48,0	4.359	25,72	50,0	4.395	25,75	50,0	4.390	25,72
50,0	4.359	25,73	52,0	4.395	25,76	52,0	4.389	25,76
52,0	4.359	25,73	54,0	4.395	25,78	54,0	4.390	25,77
54,0	4.357	25,72	56,0	4.400	25,84	56,0	4.392	25,82
56,0	4.359	25,72	58,0	4.406	25,86	58,0	4.392	25,84
58,0	4.360	25,85	60,0	4.403	25,87	60,0	4.401	25,85
60,0	4.364	25,85	62,0	4.407	25,87	62,0	4.403	25,85
62,0	4.370	25,86	64,0	4.408	25,87	64,0	4.403	25,86
64,0	4.371	25,86	66,0	4.409	25,87	66,0	4.405	25,86
66,0	4.372	25,87	68,0	4.444	25,87	68,0	4.440	25,86
68,0	4.401	25,87	68,5	7.114	25,87	68,5	6.924	25,87
68,5	8.272	25,87	69,0	12.870	25,88	69,0	12.560	25,87
69,0	15.840	25,88	69,5	22.120	25,88	69,5	22.240	25,88
69,5	24.980	25,88	70,0	35.460	25,89	70,0	36.670	25,89
70,0	29.090	25,89	70,5	65.110	25,91	70,5	64.690	25,90
70,5	67.700	25,89	71,0	103.200	25,92	71,0	101.100	25,90
71,0	207.200	25,92	71,2	120.500	25,92	71,2	120.500	25,91

MP-09C								
Fecha Campaña								
28/06/2019			29/09/2019			05/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
71,2	211.200	25,92	71,4	141.200	25,92	71,4	138.900	25,91
71,4	223.900	25,94	71,6	165.400	25,92	71,6	161.400	25,91
71,6	230.100	25,94	71,8	185.700	25,93	71,8	185.100	25,92
71,8	233.700	25,94	72,0	205.000	25,93	72,0	205.900	25,92
72,0	234.900	25,99	72,5	230.000	25,93	72,5	229.600	25,92
72,5	237.900	25,99	73,0	237.300	25,95	73,0	236.900	25,93
73,0	238.300	25,95	74,0	239.400	25,95	74,0	239.800	25,95
74,0	239.300	25,98	76,0	240.900	25,98	76,0	240.500	25,99
76,0	239.600	25,98	78,0	240.700	26,04	78,0	240.600	26,03
78,0	239.900	25,98	80,0	239.900	26,07	80,0	239.400	26,05
80,0	239.900	26,00	82,0	236.300	26,11	82,0	236.100	26,07
82,0	239.800	26,00	84,0	236.200	26,16	84,0	236.000	26,15
84,0	240.100	26,00	86,0	236.100	26,20	86,0	236.000	26,19
86,0	240.100	26,00	88,0	236.300	26,24	88,0	236.100	26,23
88,0	240.100	26,00	90,0	236.200	26,29	90,0	236.100	26,27
90,0	239.900	26,00						

Fuente: Elaboración propia.

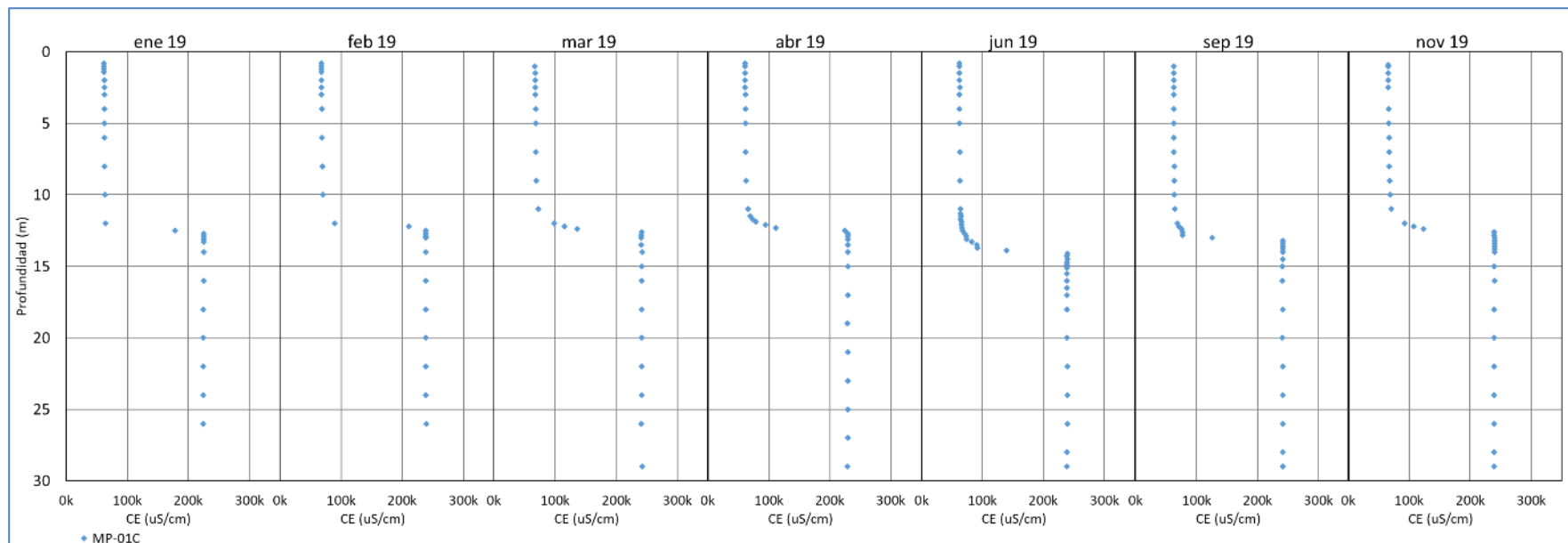
A continuación, se muestra de manera gráfica los datos medidos del sector La Punta-La Brava, entregando una descripción de los resultados para cada punto de monitoreo.

Punto MP-01C

En la Figura 5-72 se observa para el pozo MP-01C, que durante el año 2019 la cuña se mantiene entre los 11 y 13 m de profundidad, presentando una mínima variación en el mes de junio. Sin embargo, en septiembre se retoman los valores que se venían observando.

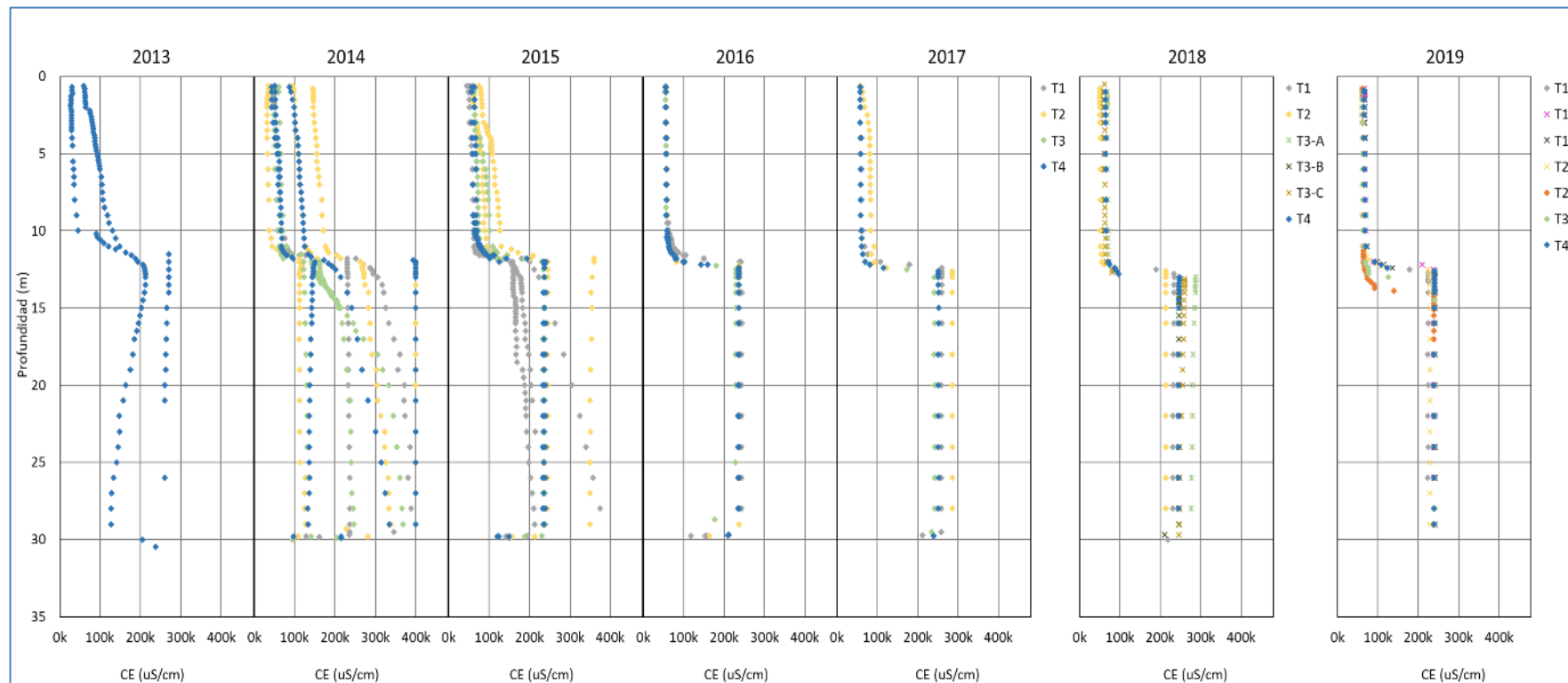
Con respecto a los perfilajes históricos (Figura 5-73), se observa que en los años 2014 y 2015 existe dispersión de los valores de la conductividad por encima los 200.000 $\mu\text{S/cm}$ en comparación con los años siguientes (2016-2019). Esto se debe principalmente al equipo de medición utilizado previo al año 2015, el cual es de menor precisión para los valores altos de C.E. y, por este motivo, el equipo fue reemplazado por uno de mayor rango de medición. Es relevante mencionar que todos los resultados históricos son adecuados para identificar la posición de la Interfase Salina, la cual corresponde a una zona o franja, y para este pozo MP-01C se presenta entre los 11 y 14 m de profundidad durante todos los años en los que se tiene registro.

Figura 5-72 Perfiles de C.E. en el punto MP-01C, 2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-73 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-01C, 2013-2019



Fuente: Elaboración propia.

Punto MP-03C

En la Figura 5-74 se presentan los gráficos de los valores medidos en las campañas realizadas en el año 2019, donde se aprecia que la Interfase Salina se encuentra entre los 17 y 21 m de profundidad, sin mayores variaciones durante el año. Se destaca que el cambio de ésta es escalonado para todos los meses de medición.

Con respecto a los perfiles históricos (Figura 5-75), y tomando en cuenta que en los años 2014-2015 también se utilizó el equipo de menor precisión para valores altos de C.E., se puede determinar que en los últimos años la Interfase Salina no ha tenido mayor variación ya que se ha mantenido entre los 17 y 21 m de profundidad.

Punto MP-04C

A partir de los datos obtenidos en las campañas 2019 se presenta la Figura 5-76, en la cual se observa que la posición de la Interfase Salina se mantuvo constante, ya que los cambios en la conductividad eléctrica se ven en todas las campañas alrededor de los 50 m de profundidad. A diferencia del punto anterior, que tenía un cambio escalonado a medida que aumenta la profundidad, el punto MP-04C cambia su conductividad de manera gradual en un tramo de 5 m, aproximadamente.

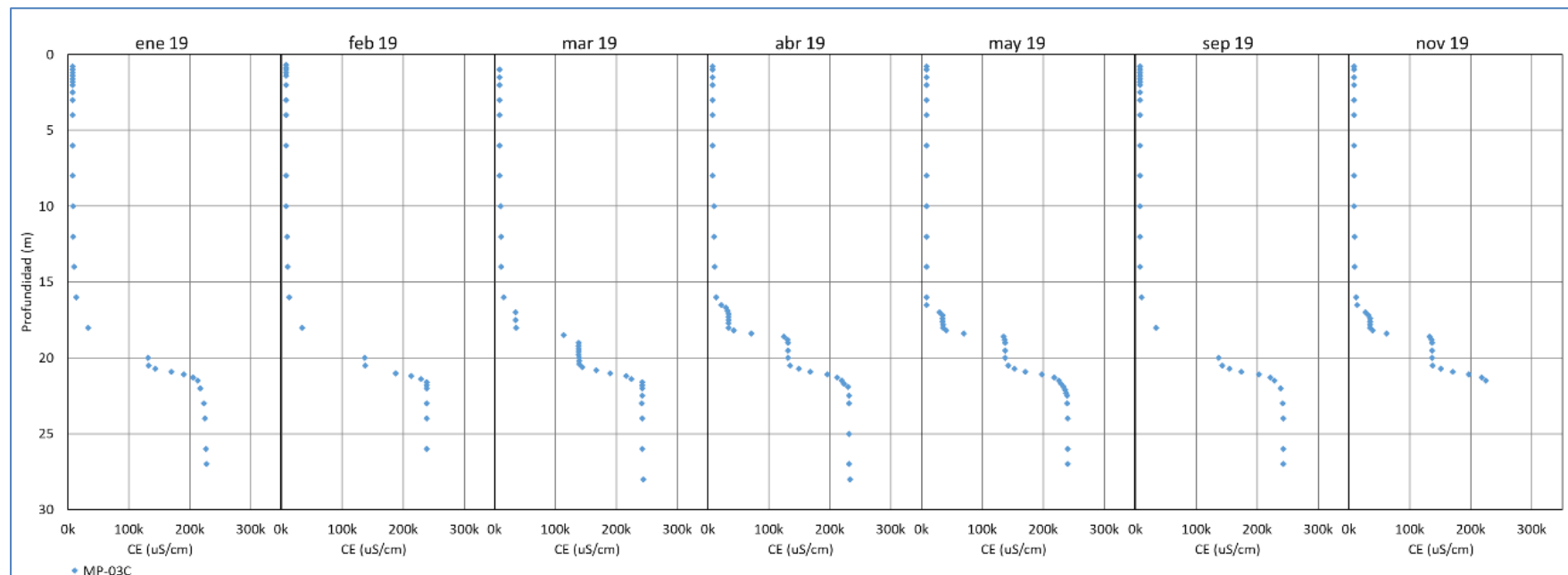
En la Figura 5-77 se muestran los datos históricos donde se ve que la Interfase Salina no varía su posición durante el transcurso de los años, ubicándose aproximadamente a los 50 m de profundidad.

Punto MP-05C

De la Figura 5-78, es posible determinar que durante las campañas realizadas en el año 2019 no hubo cambio en la posición de la Interfase Salina, la cual se encuentra entre los 25 y 30 m profundidad, donde se identifica un cambio gradual en los valores de conductividad. En los meses de enero, marzo y abril se observa un comportamiento escalonado en el incremento de la conductividad en alrededor de los 14 y 25 m de profundidad.

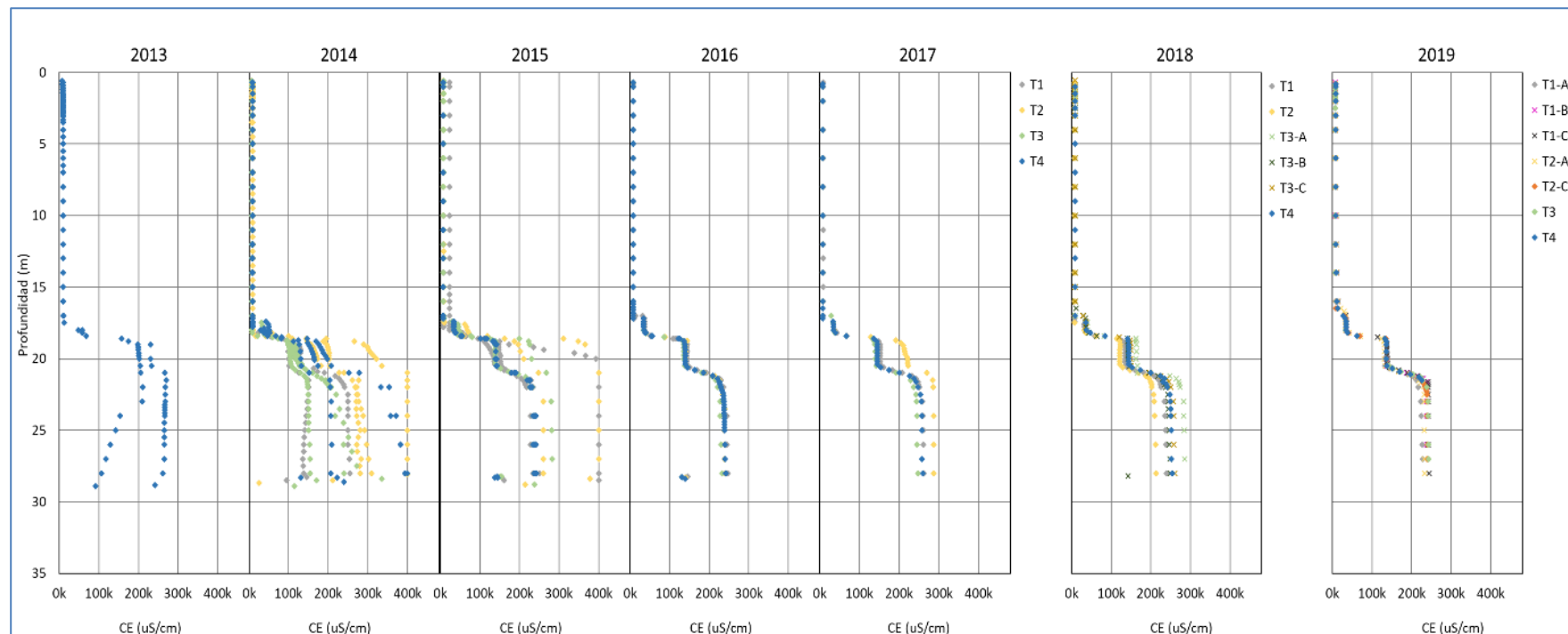
Según los perfilajes históricos observados en la Figura 5-79, la ubicación de la Interfase Salina no ha sufrido cambios en su posición en el transcurso del tiempo, la cual se ubica a partir de los 25 m de profundidad, exceptuando T2-A de 2019 donde ocurre una variación escalonada de la C.E a los 14 m.

Figura 5-74 Perfiles de C.E. en el punto MP-03C, 2019



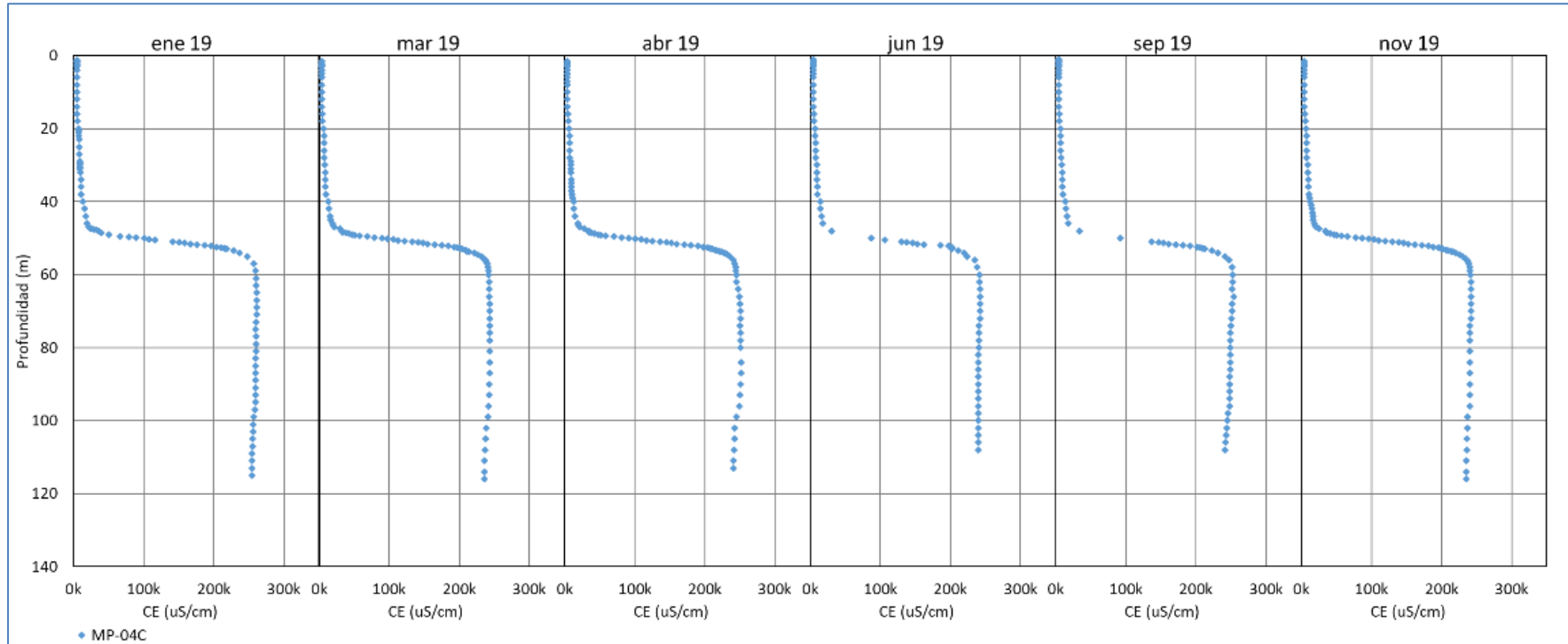
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-75 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-03C, 2013-2019



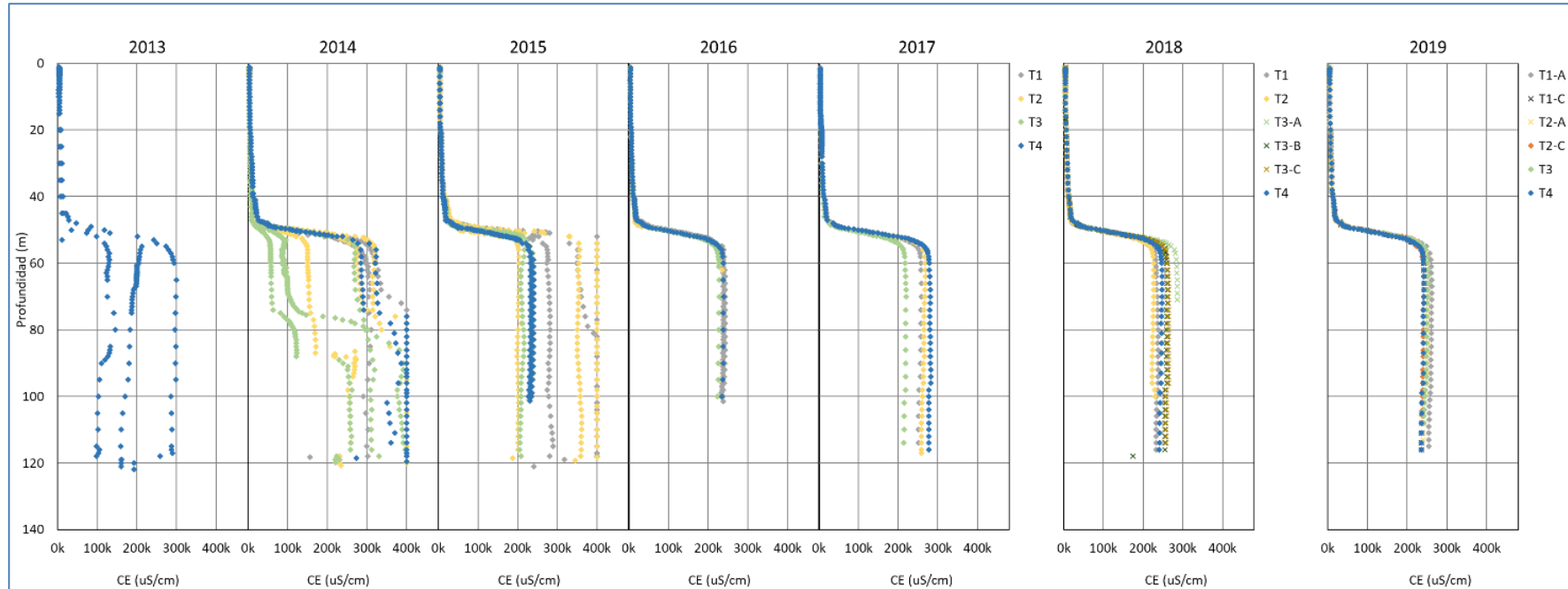
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-76 Perfiles de C.E. en el punto MP-04C, 2019



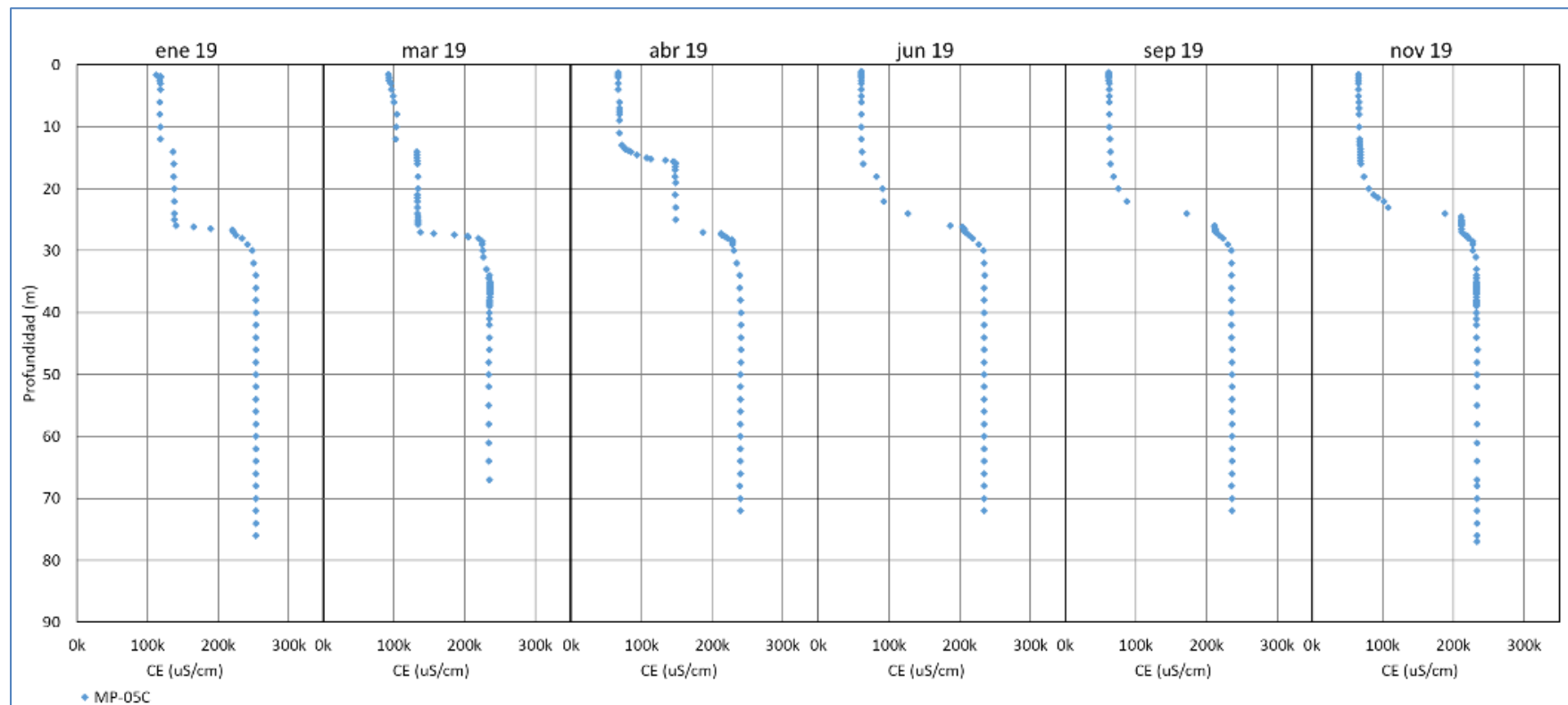
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-77 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-04C, 2013-2019



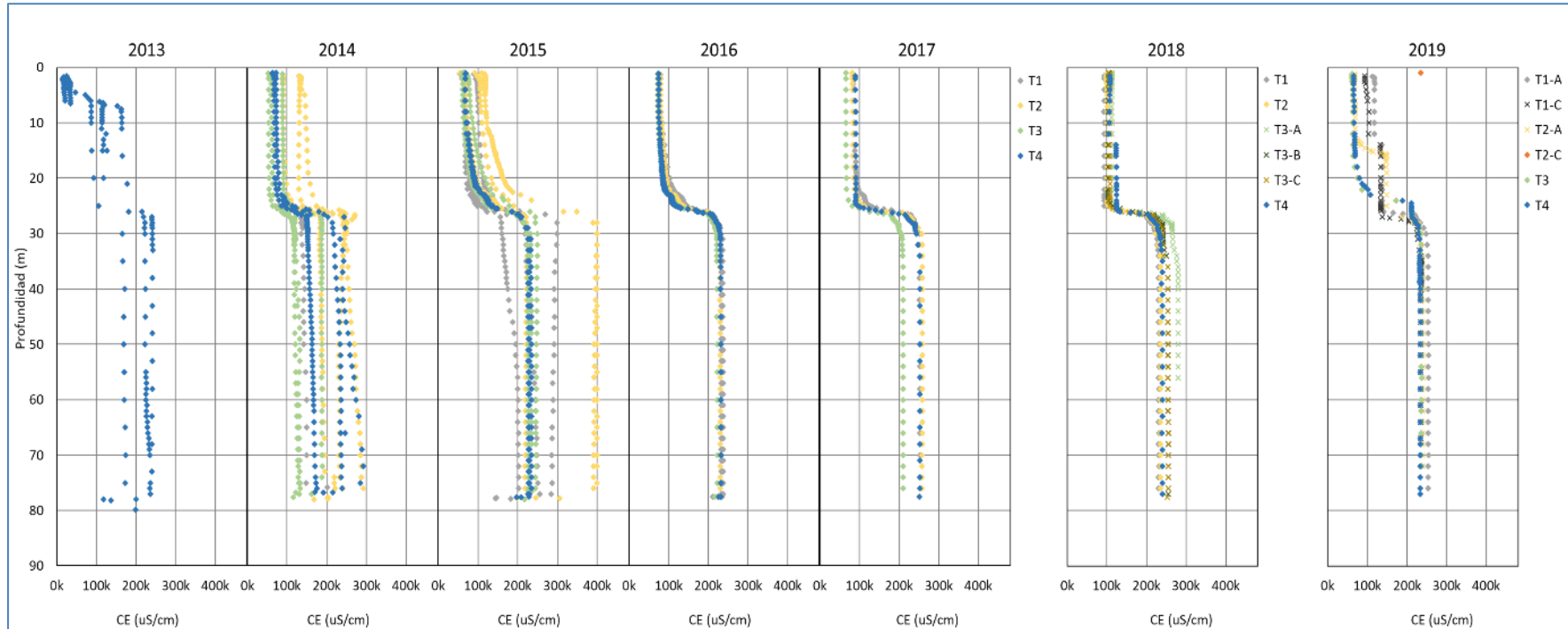
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-78 Perfiles de C.E. en el punto MP-05C, 2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-79 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-05C, 2013-2019



Fuente: Elaboración propia.

Punto MP-06C

De la Figura 5-80, se observa que en el año 2019 la Interfase Salina se mantiene en su posición. En todas las campañas la conductividad eléctrica presenta su incremento de valores en forma escalonada entre los 20 y 40 m alcanzando valores sobre los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ característicos de la salmuera.

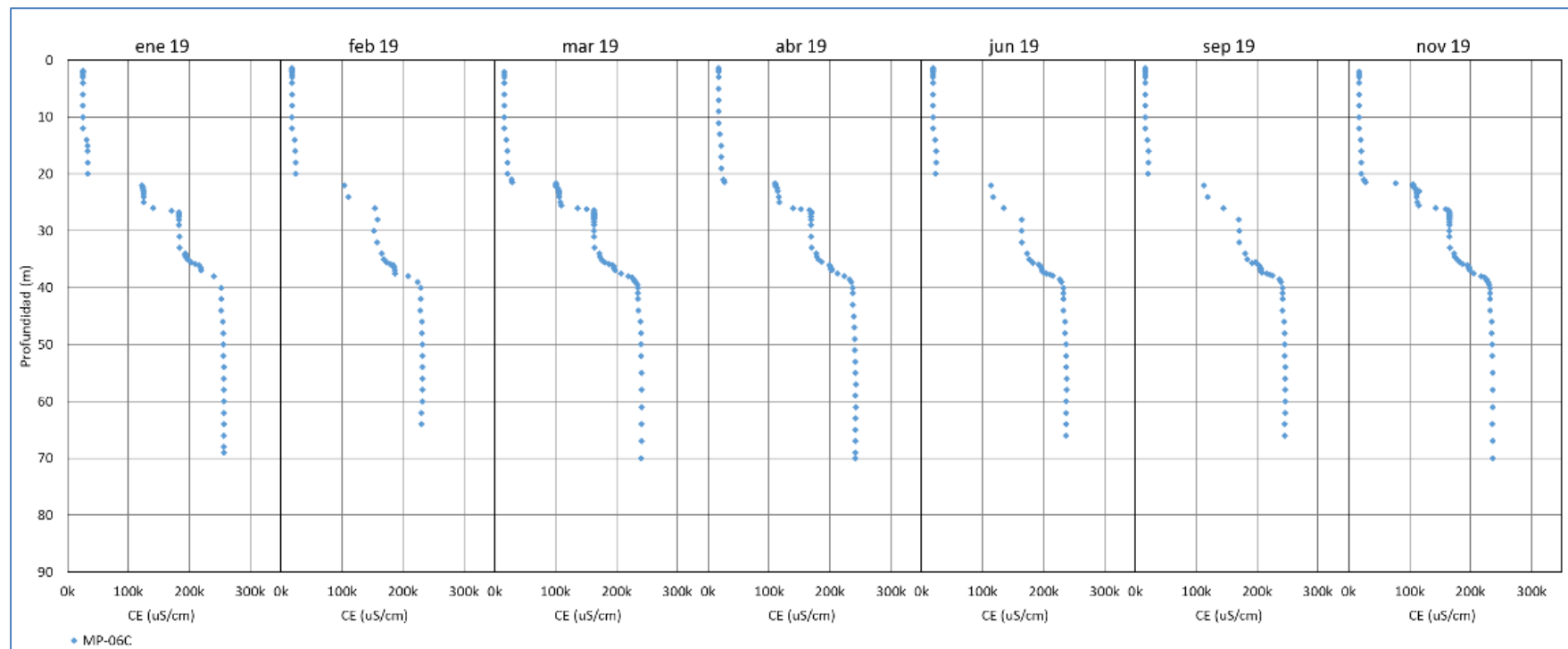
Observando los perfilajes históricos, Figura 5-81, no se nota un cambio en la posición de la Interfase Salina para el MP-06C, encontrándose entre los 20 - 40 m de profundidad.

Punto MP-09C

En la Figura 5-82 se muestran los perfilajes realizados el año 2019 donde se puede determinar que la posición de la Interfase Salina se encuentra a partir de los 70 m de profundidad. En relación a lo medido históricamente no se observan mayores cambios en la posición de la Interfase Salina como se muestra en la Figura 5-83, ubicándose desde los 68 a 74 m de profundidad.

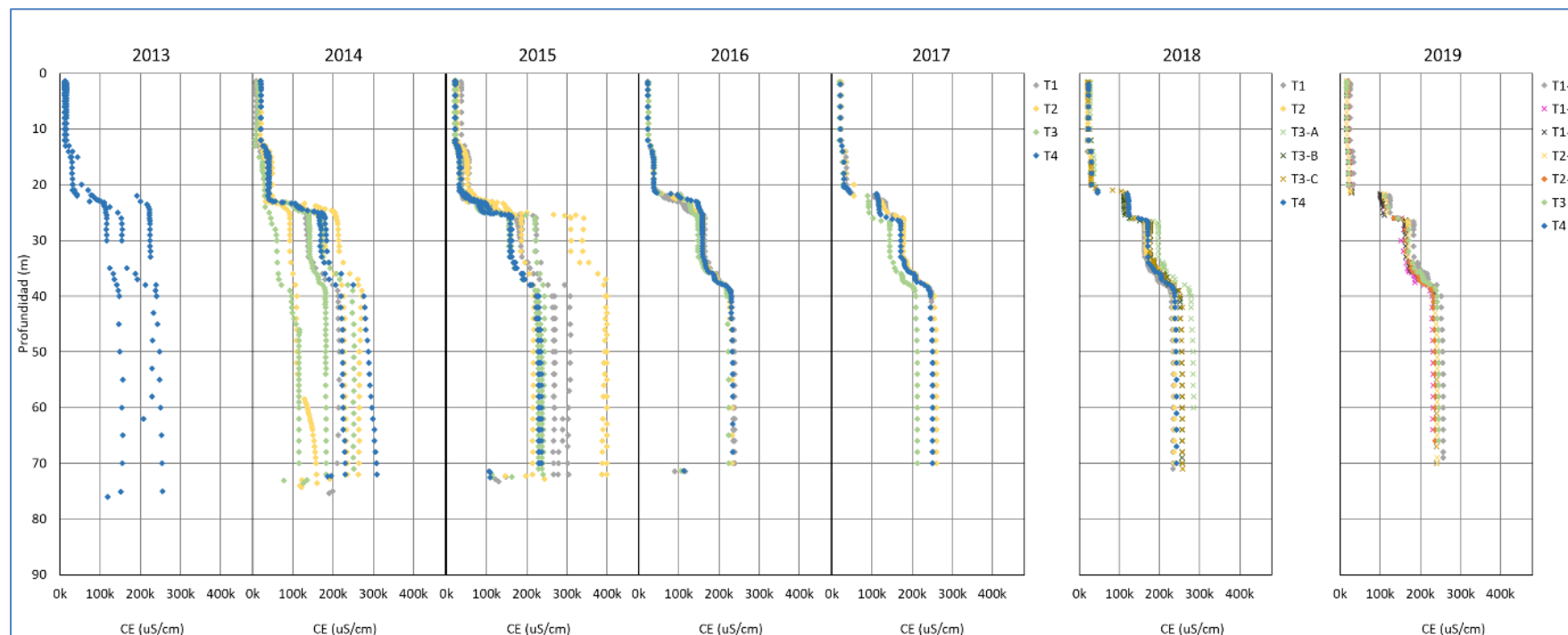
En términos generales, para el sector de la Punta-La Brava se tiene que la Interfase Salina se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos de monitoreo se van alejando del Núcleo. En general, se puede señalar que la posición de la Interfase Salina se mantiene en el sector La Punta-La Brava.

Figura 5-80 Perfiles de C.E. en el punto MP-06C, 2019



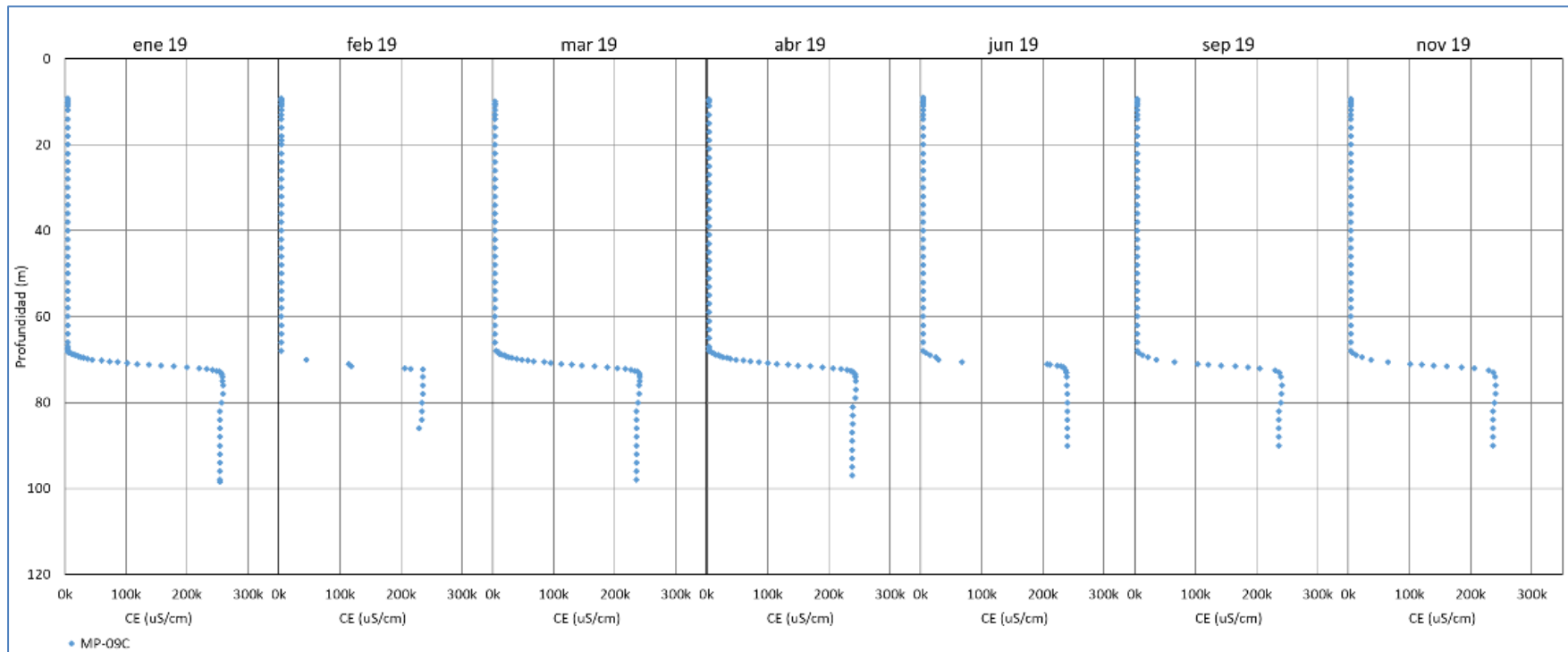
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-81 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-06C, 2013-2019



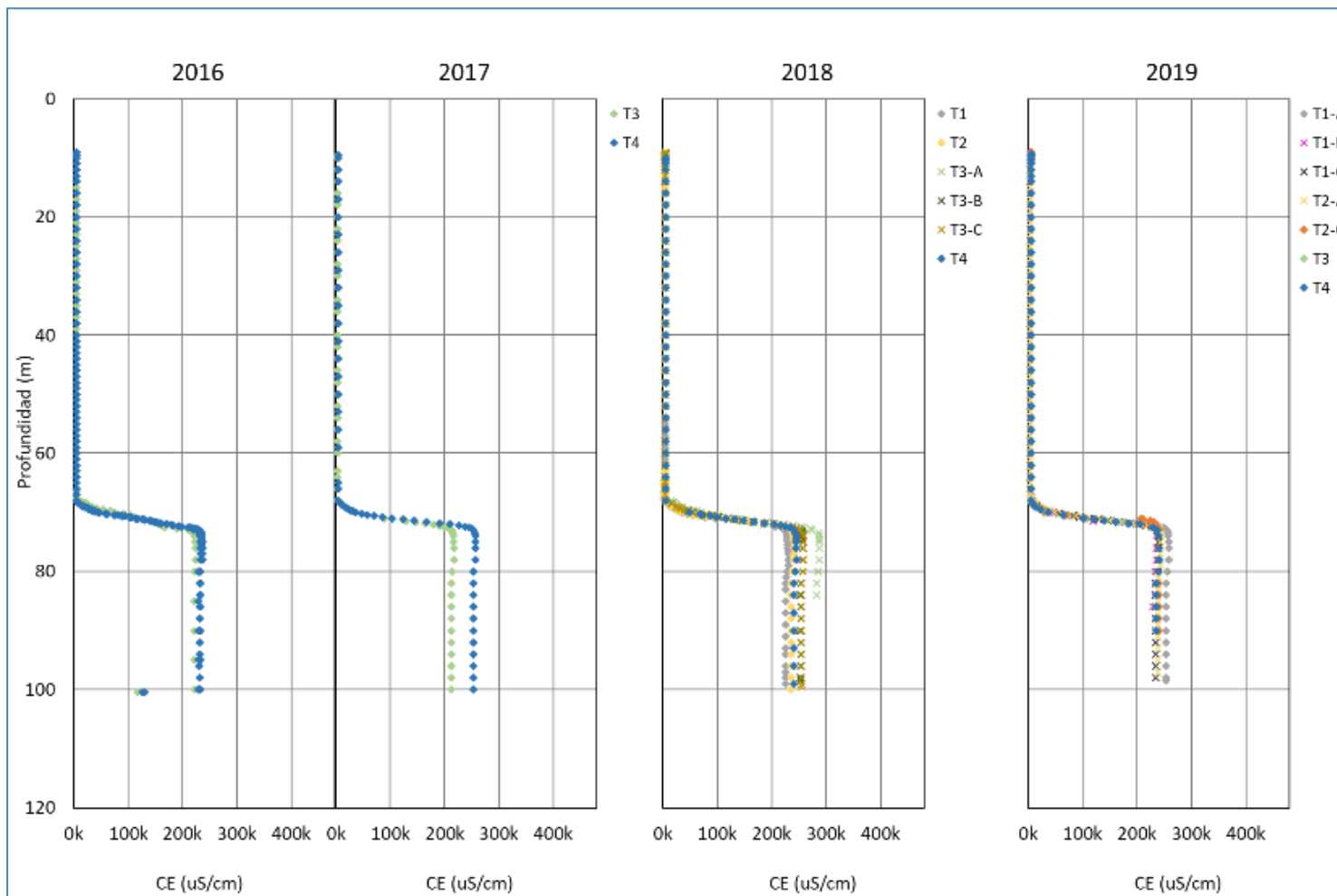
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-82 Perfiles de C.E. en el punto MP-09C, 2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-83 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-09C, 2016-2019

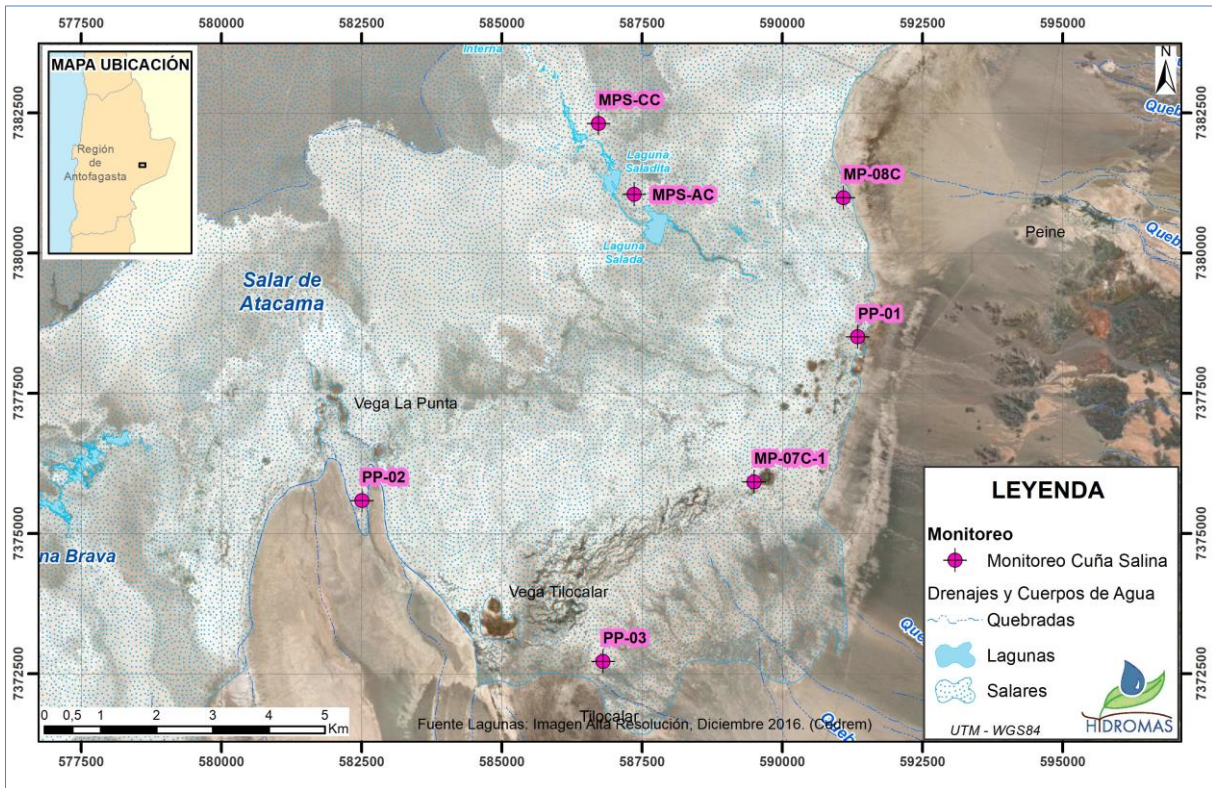


Fuente: Elaboración propia.

5.7.2 Sector Peine

En la Figura 5-84 se muestran los puntos donde se realizaron las mediciones de la Interfase Salina en este Sector, y que corresponde a 6 puntos: MP-07C-1, PP-01, PP-02, PP-03, MPS-AC y MPS-CC.

Figura 5-84 Mapa Ubicación Puntos de medición de Posición Interfase Salina en Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran las tablas con los registros de conductividad eléctrica (C.E.), profundidad de medición y la temperatura de cada uno de los puntos monitoreados en las campañas de 2019. Asimismo, en el Anexo G de este Informe, se presentan los registros históricos de la medición de esta variable.

Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019

MP-07C-1*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			22/03/2019			20/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
2,0	13.550	20,68	1,0	9.925	20,15	0,8	10.700	20,02
4,0	13.550	20,67	1,5	9.992	20,54	1,0	10.700	20,23
6,0	14.170	20,7	2,0	9.992	20,71	1,5	10.720	20,37
8,0	14.190	20,7	4,0	10.000	20,82	2,0	10.720	20,47
10,0	14.190	20,7	6,0	14.370	20,89	4,0	11.650	20,78
12,0	14.200	20,7	8,0	14.360	20,89	6,0	13.870	20,82
14,0	14.200	20,7	10,0	14.360	20,89	8,0	13.880	20,82
16,0	14.200	20,7	12,0	14.380	20,89	10,0	13.880	20,83
18,0	14.220	20,7	14,0	14.370	20,89	12,0	13.900	20,82
20,0	14.300	20,71	16,0	14.370	20,89	14,0	13.890	20,82
22,0	14.470	20,73	18,0	14.410	20,89	16,0	13.890	20,83
24,0	14.660	20,74	20,0	14.550	20,91	18,0	13.950	20,83
26,0	15.390	20,8	22,0	14.670	20,91	20,0	13.970	20,83
28,0	29.140	21,99	24,0	14.850	20,95	22,0	14.110	20,84
28,5	29.350	22,06	26,0	15.600	21,00	24,0	14.370	20,88
29,0	30.000	22,12	27,0	27.180	22,05	26,0	15.020	20,92
29,5	31.670	22,26	27,5	27.250	22,17	26,2	15.170	20,94
30,0	31.780	22,3	28,0	27.600	22,20	26,4	15.690	20,99
31,0	32.270	22,34	29,0	27.890	22,24	26,6	19.230	21,28
32,0	33.380	22,43	30,0	28.800	22,23	26,8	27.080	22,05
34,0	34.080	22,5	32,0	30.130	22,47	27,0	27.270	22,21
36,0	34.070	22,5	34,0	30.060	22,47	27,2	27.270	22,13
38,0	34.060	22,5	36,0	30.110	22,48	27,5	27.420	22,14
40,0	34.150	22,51	38,0	30.090	22,48	28,0	27.660	22,17
42,0	34.110	22,51	40,0	30.090	22,47	29,0	28.030	22,21
44,0	34.090	22,51	42,0	30.070	22,48	31,0	29.600	22,38
46,0	34.120	22,51	44,0	30.100	22,48	33,0	30.830	22,5
48,0	34.130	22,51	46,0	30.070	22,47	35,0	30.720	22,5
50,0	34.220	22,51	48,0	30.170	22,48	37,0	30.740	22,5
52,0	34.130	22,51	50,0	30.300	22,48	39,0	30.760	22,5
54,0	34.040	22,5	52,0	30.000	22,47	41,0	30.830	22,5
56,0	33.740	22,49	54,0	29.080	22,40	43,0	30.780	22,5
58,0	33.100	22,44	56,0	28.290	22,35	45,0	30.790	22,5
60,0	38.750	22,53	58,0	28.240	22,35	47,0	30.760	22,5
61,0	38.850	22,57	60,0	34.760	22,49	49,0	30.970	22,51
62,0	39.180	22,58	62,0	35.240	22,56	51,0	30.810	22,5
63,0	39.420	22,6	62,2	35.320	22,57	53,0	30.920	22,51
63,5	146.000	22,65	62,4	35.470	22,56	55,0	30.670	22,49
63,7	146.500	22,66	62,6	35.550	22,57	57,0	30.060	22,44
64,0	146.800	22,66	62,8	35.480	22,57	59,0	28.920	22,38
64,5	146.800	22,67	63,0	35.470	22,57	61,0	35.570	22,54
65,0	146.800	22,67	63,2	36.800	22,57	62,0	36.160	22,56
66,0	146.900	22,67	63,4	139.000	22,65	62,5	36.290	22,57
68,0	146.900	22,67	63,6	139.000	22,66	62,7	36.320	22,57

MP-07C-1*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			22/03/2019			20/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
70,0	146.900	22,67	63,8	137.300	22,66	62,9	36.750	22,53
72,0	147.000	22,67	64,0	136.300	22,66	63,1	37.220	22,51
74,0	146.900	22,67	64,5	136.700	22,66	63,3	140.400	22,65
76,0	146.900	22,67	65,0	136.600	22,67	63,5	140.300	22,66
78,0	147.000	22,67	66,0	136.600	22,66	63,7	140.500	22,66
80,0	147.000	22,67	67,0	136.500	22,67	63,9	140.400	22,66
82,0	147.000	22,67	68,0	136.300	22,66	64,1	140.500	22,66
84,0	147.100	22,67	70,0	136.000	22,67	64,5	140.600	22,66
86,0	147.100	22,68	72,0	135.600	22,66	65,0	140.500	22,65
88,0	147.500	22,67	74,0	135.400	22,66	66,0	140.500	22,66
90,0	155.800	22,7	76,0	135.300	22,67	68,0	140.600	22,66
92,0	155.900	22,7	78,0	135.200	22,67	70,0	140.600	22,66
94,0	157.400	22,7	80,0	135.100	22,67	72,0	140.700	22,66
96,0	158.500	22,71	82,0	134.900	22,67	74,0	140.600	22,66
97,0	165.600	22,73	84,0	134.800	22,67	76,0	141.300	22,67
97,5	189.900	22,84	86,0	134.500	22,67	78,0	140.900	22,66
97,7	188.800	22,84	88,0	135.100	22,67	80,0	141.000	22,67
98,0	189.500	22,84	90,0	143.200	22,70	82,0	141.100	22,67
98,5	189.500	22,84	92,0	143.500	22,70	84,0	140.900	22,67
99,0	189.600	22,85	94,0	144.200	22,70	86,0	140.900	22,67
100,0	190.000	22,84	94,2	144.500	22,70	88,0	141.000	22,67
100,2	190.200	22,84	94,4	144.600	22,71	90,0	149.400	22,69
100,4	192.000	22,79	94,6	144.200	22,71	92,0	149.800	22,7
100,6	162.300	22,73	94,8	145.500	22,71	94,0	150.300	22,7
100,8	259.400	23,67	95,0	145.200	22,71	96,0	152.200	22,71
101,0	259.500	23,76	95,2	145.200	22,71	97,0	159.500	22,71
101,5	259.500	23,79	95,4	145.100	22,71	97,2	161.700	22,73
102,0	259.500	23,8	95,6	144.900	22,70	97,4	168.100	22,74
104,0	259.400	23,82	95,8	144.400	22,71	97,6	182.500	22,38
106,0	259.300	23,83	96,0	144.800	22,70	97,8	183.700	22,85
108,0	259.200	23,84	96,2	144.900	22,71	98,0	183.300	22,84
110,0	259.200	23,84	96,4	145.100	22,71	98,2	184.000	22,84
112,0	259.200	23,85	96,6	147.600	22,71	98,4	183.800	22,84
114,0	259.200	23,86	96,8	149.700	22,72	98,6	183.400	22,85
116,0	259.100	23,87	97,0	151.400	22,72	98,8	183.000	22,84
118,0	259.000	23,88	97,2	154.100	22,75	99,0	182.700	22,83
120,0	258.800	23,94	97,4	161.000	22,70	99,2	182.900	22,84
122,0	258.800	23,94	97,6	173.900	22,82	99,4	183.400	22,84
124,0	258.700	23,92	97,8	173.600	22,85	99,6	183.400	22,84
126,0	258.700	23,98	98,0	173.300	22,85	99,8	183.500	22,84
128,0	258.600	24,02	98,2	174.000	22,85	100,0	184.200	22,84
130,0	258.600	24,04	98,4	174.200	22,84	100,2	190.800	22,88
132,0	258.600	24,04	98,6	174.300	22,85	100,4	199.500	22,84
134,0	258.500	24,06	98,8	174.400	22,85	100,6	175.900	22,74
136,0	258.500	24,15	99,0	174.900	22,85	100,8	249.700	23,65
138,0	258.500	24,21	99,2	174.200	22,85	101,0	249.900	23,75

MP-07C-1*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			22/03/2019			20/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
			99,4	174.400	22,85	101,2	249.800	23,76
			99,6	175.100	22,84	101,4	249.600	23,78
			99,8	174.600	22,84	101,6	249.600	23,79
			100,0	176.100	22,85	101,8	249.600	23,8
			100,2	186.900	22,85	102,0	249.600	23,8
			100,4	179.900	22,81	102,5	249.600	23,8
			100,6	166.300	22,74	103,0	249.500	23,81
			100,8	236.100	23,69	105,0	249.400	23,83
			101,0	236.600	23,73	107,0	249.400	23,83
			101,5	236.100	23,78	109,0	249.400	23,84
			102,0	236.000	23,80	111,0	249.400	23,83
			103,0	235.900	23,81	113,0	249.500	23,84
			104,0	235.600	23,83	115,0	249.300	23,86
			106,0	236.000	23,83	117,0	249.300	23,87
			108,0	235.900	23,84	119,0	249.100	23,9
			110,0	236.000	23,83	121,0	249.000	23,94
			112,0	236.000	23,84	124,0	249.000	23,94
			114,0	235.800	23,86	127,0	249.400	23,98
			117,0	235.800	23,87	130,0	249.200	24,00
			120,0	235.500	23,92	133,0	249.200	24,03
			123,0	235.500	23,93	136,0	249.100	24,08
			126,0	235.300	23,83			
			129,0	235.300	24,02			
			132,0	235.300	24,04			
			135,0	235.600	24,06			

*Sin monitoreo en febrero 2019 por episodio de precipitaciones
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MP-07C-1								
Fecha Campaña								
14/06/2019			17/09/2019			22/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,0	11.940	20,48	1,0	11.970	20,51	1,0	13.500	20,92
1,5	11.940	20,53	1,5	11.980	20,51	1,5	13.490	20,98
2,0	11.930	20,57	2,0	11.980	20,53	2,0	13.500	20,86
3,0	11.930	20,63	4,0	11.980	20,64	4,0	13.490	20,86
4,0	12.450	20,71	6,0	12.650	20,81	6,0	14.850	20,92
6,0	14.310	20,84	8,0	12.670	20,81	8,0	14.850	20,92
8,0	14.290	20,84	10,0	12.720	20,81	10,0	14.860	20,93
10,0	14.290	20,84	12,0	12.780	20,82	12,0	14.850	20,93
12,0	14.280	20,84	14,0	12.800	20,82	14,0	14.880	20,92
14,0	14.270	20,84	16,0	12.820	20,82	16,0	14.870	20,93
16,0	14.280	20,84	18,0	12.830	20,82	18,0	14.880	20,93

MP-07C-1								
Fecha Campaña								
14/06/2019			17/09/2019			22/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
18,0	14.300	20,84	20,0	12.820	20,82	20,0	14.920	20,93
20,0	14.320	20,85	22,0	12.790	20,82	22,0	14.860	20,94
22,0	14.420	20,86	24,0	12.940	20,83	24,0	15.030	20,94
24,0	14.650	20,88	26,0	13.560	20,88	26,0	15.880	21,01
26,0	15.250	20,94	27,0	24.660	21,75	27,0	26.850	22,14
26,2	15.580	20,95	27,5	24.730	22,11	27,5	26.970	22,18
26,4	15.900	20,99	28,0	25.060	22,14	28,0	27.220	22,20
26,6	18.470	21,17	29,0	25.410	22,19	29,0	27.520	22,23
26,8	26.780	21,98	30,0	26.680	22,33	30,0	28.340	22,31
27,0	27.010	22,12	32,0	27.740	22,44	32,0	28.660	22,36
27,2	27.060	22,14	34,0	27.850	22,46	34,0	29.040	22,40
27,4	27.050	22,15	36,0	27.910	22,47	36,0	29.060	22,41
27,6	27.180	22,18	38,0	27.870	22,47	38,0	29.040	22,41
27,8	27.200	22,17	40,0	27.960	22,47	40,0	29.020	22,41
28,0	27.330	22,18	42,0	27.880	22,47	42,0	28.960	22,40
28,5	27.460	22,20	44,0	27.960	22,47	44,0	29.020	22,41
29,0	27.670	22,22	46,0	27.950	22,47	46,0	29.050	22,41
30,0	28.950	22,36	48,0	27.940	22,47	48,0	29.110	22,42
32,0	30.080	22,49	50,0	27.870	22,47	50,0	29.040	22,41
34,0	30.130	22,49	52,0	27.870	22,47	52,0	28.890	22,40
36,0	30.250	22,50	54,0	27.870	22,46	54,0	27.850	22,30
38,0	30.130	22,49	56,0	27.710	22,45	56,0	27.880	22,30
40,0	30.150	22,49	58,0	27.140	22,41	58,0	27.880	22,30
42,0	30.270	22,50	60,0	28.980	22,37	60,0	28.870	22,33
44,0	30.210	22,50	62,0	33.320	22,54	62,0	35.980	22,54
46,0	30.170	22,50	62,2	33.750	22,55	62,2	36.210	22,56
48,0	30.080	22,49	62,4	33.960	22,56	62,4	36.230	22,57
50,0	30.040	22,49	62,6	34.050	22,57	62,6	36.230	22,57
52,0	30.210	22,50	62,8	34.070	22,57	62,8	36.270	22,57
54,0	30.150	22,50	63,0	34.420	22,55	63,0	36.350	22,57
56,0	29.820	22,48	63,2	35.990	22,60	63,2	107.900	22,61
58,0	29.220	22,43	63,4	136.400	22,66	63,4	136.200	22,65
60,0	30.550	22,47	63,6	136.400	22,66	63,6	136.300	22,65
62,0	34.940	22,54	63,8	136.400	22,66	63,8	136.300	22,65
62,5	35.770	22,57	64,0	136.400	22,66	64,0	136.200	22,65
63,0	37.220	22,55	64,5	136.400	22,66	64,5	136.200	22,66
63,2	38.330	22,53	65,0	136.400	22,66	65,0	136.200	22,65
63,4	131.900	22,56	66,0	136.400	22,66	66,0	136.300	22,64
63,6	134.900	22,66	67,0	136.400	22,66	67,0	136.200	22,65
63,8	134.900	22,66	68,0	136.400	22,66	68,0	136.300	22,65
64,0	134.800	22,66	70,0	136.400	22,66	70,0	136.200	22,65
64,2	134.900	22,66	72,0	136.000	22,66	72,0	136.300	22,65
64,4	134.800	22,66	74,0	135.800	22,66	74,0	136.300	22,65
64,6	134.800	22,66	76,0	135.600	22,66	76,0	136.300	22,65
64,8	134.900	22,65	78,0	135.700	22,66	78,0	136.300	22,65

MP-07C-1								
Fecha Campaña								
14/06/2019			17/09/2019			22/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
65,0	134.800	22,66	80,0	135.400	22,66	80,0	136.400	22,65
65,5	134.900	22,66	82,0	135.300	22,66	82,0	136.200	22,65
66,0	135.000	22,66	84,0	135.200	22,66	84,0	136.300	22,66
67,0	134.900	22,66	86,0	135.200	22,66	86,0	136.400	22,66
68,0	134.900	22,66	88,0	135.300	22,69	88,0	136.400	22,65
70,0	134.900	22,66	90,0	143.500	22,69	90,0	143.800	22,68
72,0	134.900	22,66	92,0	143.900	22,69	92,0	144.200	22,68
74,0	134.900	22,66	94,0	144.600	22,70	94,0	145.500	22,69
76,0	134.900	22,66	94,2	144.900	22,70	94,2	145.500	22,69
78,0	134.900	22,66	94,4	144.900	22,70	94,4	145.900	22,69
80,0	135.000	22,67	94,6	145.200	22,70	94,6	146.100	22,68
82,0	134.900	22,66	94,8	145.100	22,70	94,8	146.100	22,69
84,0	135.000	22,66	95,0	145.200	22,70	95,0	146.300	22,69
86,0	134.900	22,67	95,2	145.400	22,70	95,2	146.400	22,70
88,0	134.900	22,67	95,4	145.500	22,70	95,4	146.500	22,69
90,0	143.100	22,68	95,6	145.800	22,70	95,6	146.900	22,69
92,0	143.200	22,69	95,8	146.000	22,70	95,8	146.800	22,69
94,0	144.000	22,70	96,0	146.200	22,70	96,0	146.900	22,68
96,0	145.400	22,70	96,2	146.800	22,70	96,2	147.200	22,70
97,0	152.200	22,72	96,4	148.200	22,71	96,4	147.800	22,69
97,2	154.100	22,73	96,6	150.100	22,71	96,6	151.600	22,71
97,4	160.700	22,77	96,8	152.400	22,72	96,8	153.100	22,71
97,6	176.300	22,85	97,0	153.100	22,72	97,0	154.000	22,72
97,8	175.600	22,85	97,2	155.000	22,73	97,2	155.800	22,73
98,0	175.600	22,85	97,4	161.800	22,73	97,4	161.700	22,75
98,2	175.100	22,85	97,6	178.000	22,85	97,6	178.100	22,83
98,4	175.400	22,85	97,8	178.500	22,85	97,8	178.100	22,85
98,6	174.900	22,84	98,0	178.100	22,85	98,0	178.300	22,84
98,8	175.800	22,85	98,2	178.800	22,86	98,2	178.600	22,86
99,0	175.400	22,85	98,4	178.200	22,86	98,4	178.300	22,85
99,2	175.100	22,85	98,6	178.400	22,86	98,6	179.100	22,85
99,4	176.000	22,85	98,8	178.600	22,86	98,8	178.900	22,85
99,6	176.100	22,85	99,0	178.800	22,86	99,0	179.200	22,85
99,8	177.500	22,85	99,2	178.100	22,86	99,2	178.400	22,85
100,0	176.700	22,85	99,4	179.200	22,86	99,4	178.300	22,85
100,2	178.600	22,85	99,6	178.700	22,86	99,6	179.000	22,86
100,4	173.600	22,85	99,8	178.200	22,86	99,8	178.100	22,86
100,6	159.100	22,86	100,0	178.700	22,86	100,0	179.000	22,85
100,8	235.400	23,48	100,2	190.000	22,90	100,2	188.800	22,87
101,0	236.100	23,73	100,4	188.300	22,85	100,4	169.900	22,82
101,5	235.800	23,78	100,6	154.800	22,73	100,6	157.800	22,73
102,0	235.900	23,79	100,8	239.000	23,59	100,8	238.900	23,47
103,0	235.900	23,80	101,0	238.900	23,70	101,0	238.900	23,72
104,0	236.000	23,81	101,5	238.400	23,77	101,5	238.800	23,77
106,0	235.000	23,83	102,0	238.200	23,79	102,0	238.800	23,79

MP-07C-1								
Fecha Campaña								
14/06/2019			17/09/2019			22/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
108,0	235.900	23,83	103,0	238.300	23,78	103,0	238.700	23,81
110,0	236.000	23,83	104,0	237.900	23,82	104,0	238.700	23,81
112,0	235.800	23,84	106,0	237.800	23,83	106,0	238.700	23,81
115,0	235.600	23,87	108,0	237.700	23,83	108,0	238.700	23,82
118,0	235.700	23,87	110,0	237.600	23,83	110,0	238.600	23,82
121,0	235.400	23,93	112,0	237.400	23,84	112,0	238.700	23,82
124,0	235.400	23,93	114,0	237.300	23,85	114,0	238.400	23,84
127,0	235.600	23,93	117,0	237.000	23,86	117,0	238.800	23,85
130,0	235.300	24,03	120,0	236.900	23,91	120,0	238.400	23,91
133,0	235.400	24,04	123,0	236.500	23,92	123,0	238.300	23,92
136,0	235.400	24,07	126,0	236.400	23,97	126,0	238.200	23,96
			129,0	236.100	24,03	129,0	238.200	24,03
			132,0	235.900	24,04	132,0	238.200	24,02
			135,0	235.900	24,05	135,0	237.900	24,06

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-35 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019

MPS-AC*								
Fecha Campaña								
15/01/2019			22/03/2019			20/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,8	50.740	20,6	1,0	71.220	20,57	0,8	72.970	17,02
1,0	51.270	21,23	1,5	71.070	19,75	1,0	73.270	17,38
1,2	51.680	20,15	2,0	79.550	18,87	1,5	73.680	17,58
1,4	52.280	19,26	2,2	91.340	18,08	2,0	84.070	17,55
1,6	55.930	18,17	2,4	100.300	17,72	2,2	93.310	17,84
1,8	61.340	17,5	2,6	110.800	17,32	2,4	102.100	17,38
2,0	76.300	17	2,8	132.200	17,06	2,6	113.200	17,22
2,2	84.290	16,6	3,0	145.200	16,79	2,8	135.500	17,06
2,4	97.070	16,08	3,2	158.300	16,53	3,0	149.000	16,91
2,6	103.000	15,8	3,4	171.600	16,29	3,2	161.200	16,72
2,8	109.800	15,7	3,6	179.400	16,08	3,4	174.200	16,53
3,0	123.200	15,7	3,8	187.700	15,91	3,6	182.400	16,38
3,2	142.200	15,35	4,0	195.200	15,75	3,8	190.400	16,18
3,4	152.700	15,2	4,2	198.500	15,61	4,0	198.200	16,02
3,6	159.700	15,08	4,4	199.300	15,52	4,2	202.800	15,09
3,8	168.600	14,98	4,6	202.600	15,42	4,4	203.700	15,88
4,0	172.000	14,92	4,8	206.100	15,33	4,6	208.100	15,77
4,5	175.500	14,85	5,0	207.700	15,29	4,8	208.900	15,57
5,0	191.000	14,79	5,2	209.100	15,22	5,0	210.700	15,5
5,5	193.400	14,82	5,4	210.400	15,18	5,5	213.500	15,35
6,0	194.200	14,95	5,6	210.900	15,15	6,0	214.300	15,24
6,5	194.100	15,05	5,8	211.700	15,12	7,0	214.500	15,17
7,0	194.100	15,09	6,0	211.800	15,10	8,0	219.100	15,21
7,5	194.200	15,13	6,5	212.000	15,12	10,0	234.800	15,3

MPS-AC*								
Fecha Campaña								
15/01/2019			22/03/2019			20/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
8,0	194.200	15,11	7,0	211.900	15,12	12,0	242.100	15,36
8,5	205.400	15,17	8,0	214.400	15,17	14,0	246.300	15,39
9,0	212.200	15,27	9,0	225.100	15,27	16,0	248.000	15,41
9,5	215.900	15,3	10,0	231.900	15,33	18,0	248.700	15,41
10,0	219.400	15,35	12,0	239.100	15,37	20,0	248.700	15,42
11,0	223.500	15,35	14,0	243.200	15,38	22,0	248.700	15,44
12,0	225.500	15,36	16,0	245.000	15,40	24,0	248.600	15,47
14,0	225.900	15,36	18,0	245.700	15,41	26,0	248.800	15,51
16,0	225.900	15,36	20,0	245.700	15,44	28,0	248.700	15,55
18,0	225.900	15,38	22,0	245.800	15,46	30,0	248.600	15,57
20,0	225.900	15,41	24,0	245.600	15,48	32,0	248.500	15,66
22,0	226.000	15,43	26,0	245.800	15,51	34,0	248.600	15,74
24,0	226.000	15,46	28,0	246.000	15,55	36,0	248.600	15,82
26,0	226.000	15,48	30,0	245.800	15,60	38,0	248.900	15,85
28,0	226.000	15,48	33,0	246.000	15,68			
30,0	226.000	15,3	36,0	246.800	15,82			
32,0	226.000	15,64	39,0	246.400	15,92			
34,0	226.000	15,64						
36,0	226.000	15,64						

*Sin monitoreo en febrero 2019 por episodio de precipitaciones
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-36 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MPS-AC								
Fecha Campaña								
04/06/2019			04/09/2019			04/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,8	64.440	11,19	0,8	58.750	13,03	0,8	57.180	20,24
1,0	65.060	11,85	1,0	59.280	13,03	1,0	57.840	19,80
1,5	65.910	13,19	1,2	59.450	12,18	1,2	57.840	18,45
2,0	82.180	14,85	1,4	59.700	12,18	1,4	57.840	17,18
2,2	91.670	15,37	1,6	62.340	12,18	1,6	57.840	16,06
2,4	99.200	15,65	1,8	71.140	12,18	1,8	69.140	15,34
2,6	109.600	15,86	2,0	82.720	12,02	2,0	82.630	14,94
2,8	129.700	16,00	2,2	95.960	12,02	2,2	91.570	14,71
3,0	144.200	16,08	2,4	100.800	12,02	2,4	99.090	14,51
3,2	155.500	16,14	2,6	110.000	12,02	2,6	108.400	14,30
3,4	168.200	16,16	2,8	128.400	13,05	2,8	125.200	14,22
3,6	175.900	16,14	3,0	131.100	13,05	3,0	141.300	14,17
3,8	182.700	16,11	3,2	155.900	13,05	3,2	153.000	14,15
4,0	190.000	16,05	3,4	167.100	14,00	3,4	163.600	14,16
4,2	194.600	15,99	3,6	176.600	14,00	3,6	172.500	14,19
4,4	196.000	15,91	3,8	184.400	14,00	3,8	180.200	14,25

MPS-AC								
Fecha Campaña								
04/06/2019			04/09/2019			04/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
4,6	197.400	15,85	4,0	190.400	14,00	4,0	186.200	14,33
4,8	200.000	15,75	4,2	193.900	14,01	4,2	189.900	14,39
5,0	201.700	15,70	4,4	196.500	14,81	4,4	192.400	14,47
5,2	203.000	15,65	4,6	198.800	14,81	4,6	195.600	14,55
5,4	204.100	15,59	4,8	201.800	15,17	4,8	198.800	14,63
5,6	204.700	15,54	5,0	203.300	15,17	5,0	200.700	14,71
6,0	205.000	15,46	5,2	204.500	15,17	5,2	201.600	14,79
6,5	205.300	15,36	5,4	205.500	15,17	5,4	202.700	14,85
7,0	205.500	15,29	5,6	206.000	15,35	5,6	203.200	14,92
8,0	211.100	15,24	5,8	206.200	15,35	5,8	203.500	14,97
10,0	219.000	15,25	6,0	206.500	15,35	6,0	203.900	15,04
12,0	227.700	15,33	6,5	206.700	15,42	6,5	204.100	15,18
14,0	235.300	15,38	7,0	206.800	15,42	7,0	204.100	15,21
16,0	237.100	15,39	7,5	206.800	15,41	7,5	204.100	15,22
18,0	237.800	15,41	8,0	211.700	15,41	8,0	208.400	15,30
20,0	237.700	15,42	9,0	220.600	15,36	9,0	217.800	15,32
22,0	237.700	15,45	10,0	226.400	15,36	10,0	223.500	15,33
24,0	237.700	15,47	12,0	233.100	15,35	12,0	230.200	15,34
26,0	237.700	15,49	14,0	237.000	15,41	14,0	234.200	15,36
28,0	237.700	15,50	16,0	238.700	15,44	16,0	235.900	15,39
30,0	237.800	15,57	18,0	239.400	15,44	18,0	236.600	15,40
32,0	237.800	15,64	20,0	239.400	15,48	20,0	236.700	15,42
34,0	237.900	15,72	22,0	239.400	15,48	22,0	236.700	15,44
36,0	237.800	15,81	24,0	239.400	15,53	24,0	236.700	15,47
38,0	237.800	15,92	26,0	239.300	15,53	26,0	236.900	15,51
39,0	237.800	15,93	28,0	239.400	15,55	28,0	236.800	15,55
			32,0	239.400	15,64	32,0	236.700	15,66
			34,0	239.300	15,78	34,0	236.800	15,76
			36,0	239.300	15,78	36,0	236.900	15,83
			38,0	239.300	15,95	38,0	236.900	15,89
			40,0	239.300	15,95	40,0	237.200	15,94
			41,0	239.200	15,95	41,0	236.900	15,96

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC. Campañas de Enero a Abril 2019

MPS-CC											
Fecha Campaña											
15/01/2019			14/02/2019			22/03/2019			20/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,3	119.300	22	0,8	142.700	19,73	0,8	135.600	23,15	0,8	138.400	20,94
1,5	122.100	22	1,0	143.200	19,62	1,0	135.600	23,23	1,0	138.100	20,97
1,7	122.200	21,6	1,2	143.500	19,54	1,2	135.800	23,24	1,2	138.400	20,92
2,0	122.500	20,9	1,4	143.600	19,43	1,4	136.100	23,13	1,4	138.800	20,73
2,5	125.900	17,47	1,6	144.200	19,16	1,6	136.300	22,64	1,6	138.400	20,91
3,0	127.900	17,48	1,8	146.100	18,81	1,8	135.900	22,05	1,8	139.000	21,12

MPS-CC											
Fecha Campaña											
15/01/2019			14/02/2019			22/03/2019			20/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
3,5	142.100	17,6	2,0	148.900	18,39	2,0	136.800	21,54	2,0	139.700	21,04
3,7	146.400	17,21	2,5	149.400	18,20	2,2	137.500	20,97	2,2	141.600	20,82
3,9	153.300	16,9	3,0	151.500	17,71	2,4	141.300	20,62	2,4	148.000	20,59
4,1	226.600	16,7	3,2	151.500	17,64	2,6	147.600	20,19	2,6	151.500	20,36
4,3	226.800	16,6	3,4	153.300	17,54	2,8	148.400	19,79	2,8	151.800	20,14
4,5	226.600	16,7	3,6	157.600	17,49	3,0	148.600	19,52	3,0	152.600	19,7
5,0	226.600	16,65	3,8	167.100	17,41	3,2	149.800	18,98	3,2	153.400	19,43
6,0	224.600	16,6	4,0	220.700	17,17	3,4	160.600	18,65	3,4	165.100	19,06
8,0	224.600	16,6	4,2	221.900	17,02	3,6	160.600	18,63	3,6	176.800	18,76
10,0	224.500	16,5	4,4	222.000	16,98	3,8	160.700	18,62	3,8	190.700	18,41
12,0	224.300	16,73	4,6	221.900	16,96	4,0	169.700	18,28	4,0	243.700	18,13
14,0	228.200	16,73	4,8	222.100	16,91	4,2	169.700	18,28	4,2	251.400	17,19
16,0	224.600	16,73	5,0	221.600	16,85	4,4	248.300	17,52	4,4	251.500	17,85
18,0	224.300	16,73	5,5	221.300	16,83	4,6	248.100	17,45	4,6	250.900	17,8
20,0	224.600	16,75	6,0	221.200	16,82	4,8	248.000	17,35	4,8	250.800	17,67
22,0	223.700	16,75	7,0	221.400	16,80	5,0	247.700	17,27	5,0	250.400	17,59
24,0	223.800	16,85	8,0	221.500	16,80	5,5	247.300	17,21	5,5	250.300	17,49
26,0	223.700	16,85	10,0	221.400	16,79	6,0	247.500	17,19	6,0	250.500	17,43
28,0	223.600	16,9	12,0	221.500	16,79	7,0	247.600	17,16	7,0	250.300	17,37
30,0	223.600	16,9	14,0	221.700	16,78	8,0	247.900	17,12	8,0	250.400	17,31
32,0	223.600	16,9	16,0	221.600	16,79	10,0	247.900	17,05	10,0	250.500	17,1
33,0	223.600	16,9	18,0	221.700	16,78	12,0	248.000	17,00	12,0	250.400	17,01
			20,0	220.000	16,96	14,0	248.100	16,98	14,0	250.400	16,97
			22,0	220.100	16,98	16,0	248.100	16,89	16,0	249.800	16,85
			24,0	220.300	17,00	18,0	246.800	17,07	18,0	248.900	17,1
			26,0	220.300	17,01	20,0	246.400	17,14	20,0	248.900	17,14
			29,0	220.200	17,01	22,0	246.500	17,15	22,0	249.000	17,16
			32,0	220.300	17,04	24,0	246.600	17,14	24,0	249.000	17,17
			35,0	220.100	17,12	26,0	246.600	17,14	26,0	249.100	17,16
			36,0	220.200	17,13	28,0	246.700	17,16	28,0	249.100	17,17
			37,0	219.900	17,22	30,0	246.700	17,16	30,0	249.100	17,17
						33,0	247.600	17,17	32,0	249.100	17,19
						36,0	247.100	17,23	34,0	249.000	17,21
									36,0	249.100	17,23

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MPS-CC								
Fecha Campaña								
04/06/2019			24/09/2019			04/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,8	136.100	16,96	1,2	140.600	17,85	1,2	139.300	22,17
1,0	136.300	16,66	1,4	140.900	17,32	1,4	139.400	21,33
1,2	136.400	16,65	1,6	141.100	16,73	1,6	139.400	20,34
1,4	136.300	16,65	1,8	141.200	16,37	1,8	139.800	19,57
1,6	136.300	16,68	2,0	141.700	15,99	2,0	140.200	18,97
1,8	136.300	16,71	2,2	142.900	15,83	2,2	140.700	18,47
2,0	135.900	16,82	2,4	146.300	15,74	2,4	142.100	18,08
2,2	136.800	17,33	2,6	152.800	15,74	2,6	148.800	17,66
2,4	138.000	18,05	2,8	155.200	15,80	2,8	153.500	17,36
2,6	144.000	18,56	3,0	157.100	15,90	3,0	155.700	17,13
2,8	147.600	18,71	3,2	162.600	16,03	3,2	159.600	16,98
3,0	148.500	18,76	3,4	176.800	16,15	3,4	171.800	16,86
3,2	149.500	18,74	3,6	184.300	16,33	3,6	180.500	16,78
3,4	156.700	18,71	3,8	216.600	16,51	3,8	211.800	16,74
3,6	166.700	18,58	4,0	243.800	16,62	4,0	239.900	16,73
3,8	192.400	18,44	4,2	246.200	16,78	4,2	238.900	16,72
4,0	233.700	18,27	4,4	246.100	16,80	4,4	238.600	16,72
4,2	239.600	18,19	4,6	245.800	16,85	4,6	238.300	16,73
4,4	239.400	18,08	4,8	245.700	16,92	4,8	238.400	16,74
4,6	238.800	18,05	5,0	245.600	16,96	5,0	238.100	16,75
4,8	238.900	17,98	5,5	245.300	17,06	5,5	238.100	16,81
5,0	239.100	17,90	6,0	244.900	17,14	6,0	237.600	16,86
6,0	238.100	17,68	7,0	244.500	17,21	7,0	237.400	16,97
8,0	238.700	17,41	8,0	244.300	17,23	8,0	237.050	17,06
10,0	238.500	17,10	10,0	243.900	17,02	10,0	237.200	17,00
12,0	238.400	16,93	12,0	243.900	16,87	12,0	237.600	16,89
14,0	238.500	16,87	14,0	243.400	16,82	14,0	237.100	16,82
16,0	238.200	16,84	16,0	243.100	16,82	16,0	237.000	16,82
18,0	237.500	17,03	18,0	242.800	16,85	18,0	236.900	16,84
20,0	237.100	17,09	20,0	242.800	16,91	20,0	237.500	16,99
22,0	237.400	17,13	22,0	242.900	16,96	22,0	237.400	17,07
24,0	237.200	17,15	24,0	243.000	17,03	24,0	237.400	17,09
26,0	237.400	17,16	26,0	243.000	17,10	26,0	237.500	17,10
28,0	237.300	17,16	28,0	243.100	17,11	28,0	237.500	17,13
30,0	237.400	17,18	30,0	243.200	17,14	30,0	237.700	17,14
32,0	237.300	17,18	33,0	243.200	17,18	33,0	237.600	17,17
34,0	237.200	17,21	36,0	243.200	17,23	36,0	237.600	17,26
35,0	237.400	17,23						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019

PP-01*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			24/03/2019			16/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,2	13.480	24,25	1,5	20.950	21,38	1,2	17.860	21,32
1,4	13.500	22,58	2,0	21.020	21,03	1,4	17.870	21,27
1,6	13.450	21,2	2,5	30.470	20,53	1,6	18.090	21,26
1,8	13.480	20,76	3,0	30.610	20,40	1,8	18.130	21,27
2,0	13.500	20,68	4,0	30.630	20,38	2,0	18.160	21,27
2,5	13.990	20,45	6,0	30.610	20,37	3,0	31.990	20,38
3,0	34.240	20,37	8,0	30.590	20,37	4,0	31.990	20,31
4,0	34.350	20,31	10,0	30.630	20,36	6,0	32.020	20,31
6,0	34.350	20,3	12,0	30.610	20,37	8,0	32.060	20,3
8,0	34.380	20,3	14,0	30.590	20,38	10,0	32.070	20,3
10,0	34.420	20,3	16,0	30.580	20,37	12,0	32.100	20,32
12,0	34.430	20,3	18,0	30.610	20,41	14,0	32.140	20,34
14,0	34.410	20,29	20,0	30.670	20,42	16,0	32.190	20,36
16,0	34.440	20,31	22,0	30.710	20,43	18,0	32.240	20,38
18,0	34.430	20,36	24,0	30.870	20,45	20,0	32.300	20,4
20,0	34.470	20,39	26,0	30.870	20,45	22,0	32.330	20,41
22,0	34.520	20,4	26,5	30.870	20,45	24,0	32.380	20,41
24,0	34.640	20,41	27,0	30.900	20,46	26,0	32.550	20,42
26,0	34.800	20,42	27,5	30.920	20,46	28,0	32.590	20,44
28,0	35.010	20,43	28,0	31.050	20,46	28,5	46.980	20,45
28,5	43.230	20,43	28,5	50.470	20,52	28,7	47.550	20,47
29,0	46.490	20,44	29,0	52.050	20,57	28,9	48.210	20,48
29,5	51.460	20,46	30,0	56.950	20,63	29,3	53.610	20,51
30,0	51.890	20,48	32,0	60.070	20,73	29,5	53.710	20,51
30,5	52.390	20,5	34,0	60.040	20,80	30,0	54.630	20,54
31,0	52.590	20,51	36,0	60.050	20,83	31,0	55.760	20,59
32,0	61.940	20,58	38,0	60.050	20,85	32,0	60.440	20,65
33,0	63.400	20,73	40,0	60.040	20,85	34,0	60.960	20,77
34,0	63.410	20,75	42,0	60.030	20,87	36,0	60.990	20,83
36,0	63.520	20,85	44,0	60.070	20,89	38,0	61.100	20,87
38,0	63.590	20,87	46,0	60.100	20,92	40,0	61.120	20,89
40,0	63.570	20,88	48,0	60.070	20,93	42,0	61.110	20,9
42,0	63.630	20,89	48,5	60.080	20,93	44,0	61.150	20,91
44,0	63.600	20,91	49,0	60.130	20,93	46,0	61.170	20,91
46,0	63.580	20,91	49,5	60.160	20,93	48,0	61.260	20,92
48,0	63.580	20,92	50,0	83.550	21,08	49,0	61.420	20,93
50,0	89.220	21,07	50,2	84.330	21,10	49,2	61.780	20,93
50,2	89.690	21,1	50,4	84.310	21,11	49,4	62.630	20,92
50,4	89.990	21,11	50,6	84.400	21,13	49,6	65.240	20,92
50,6	90.030	21,13	50,8	84.410	21,14	49,8	85.280	21,06
50,8	90.090	21,15	51,0	84.440	21,14	50,0	85.670	21,1
51,0	90.050	21,15	52,0	84.390	21,15	50,5	86.190	21,12
51,5	90.100	21,15	54,0	84.390	21,15	51,0	86.450	21,14
52,0	90.040	21,16	56,0	84.360	21,17	52,0	86.360	21,16

PP-01*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			24/03/2019			16/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
54,0	90.040	21,16	58,0	84.480	21,17	54,0	86.320	21,17
56,0	90.100	21,17	60,0	85.240	21,18	56,0	86.360	21,17
58,0	90.220	21,18	61,0	85.310	21,19	58,0	86.380	21,17
60,0	91.100	21,18	62,0	137.300	21,32	60,0	87.070	21,18
62,0	147.300	21,32	62,5	139.400	21,40	60,5	87.112	21,19
62,2	148.400	21,37	63,0	139.300	21,41	61,0	87.140	21,18
62,4	148.500	21,41	64,0	139.300	21,41	61,2	87.190	21,19
62,6	148.600	21,42	66,0	139.200	21,40	61,4	87.200	21,19
62,8	148.600	21,42	68,0	139.200	21,41	61,6	136.300	21,27
63,0	148.700	21,41	70,0	139.200	21,41	61,8	137.400	21,32
64,0	148.700	21,42	71,0	139.300	21,41	62,0	139.500	21,34
66,0	148.600	21,42	72,0	139.300	21,42	62,5	141.900	21,38
68,0	148.600	21,42	73,0	144.000	21,56	63,0	141.700	21,39
70,0	148.600	21,42	74,0	148.000	21,64	64,0	141.800	21,4
72,0	148.700	21,44	74,5	155.400	21,68	66,0	141.800	21,41
74,0	158.100	21,62	75,0	163.100	21,71	68,0	141.700	21,4
75,0	182.200	21,71	75,2	164.800	21,73	70,0	141.700	21,41
75,5	189.500	21,76	75,4	165.900	21,76	72,0	141.600	21,42
76,0	203.800	21,83	75,6	167.800	21,78	74,0	150.900	21,65
76,2	209.700	21,85	75,8	170.800	21,79	74,5	158.100	21,68
76,4	215.000	21,87	76,0	176.700	21,82	75,0	167.700	21,72
76,6	222.000	21,91	76,2	193.200	21,83	75,2	169.400	21,73
76,8	232.300	21,95	76,4	212.700	21,86	75,4	171.500	21,74
77,0	240.800	21,99	76,8	224.000	21,87	75,6	177.200	21,77
78,0	260.600	22,07	77,0	233.400	21,93	75,8	185.600	21,8
79,0	260.300	22,38	77,5	238.700	21,94	76,0	195.000	21,82
80,0	260.200	22,4	78,0	243.900	21,99	76,2	207.200	21,84
82,0	260.200	22,41	79,0	244.200	22,41	76,4	215.700	21,86
84,0	260.200	22,42	80,0	244.100	22,43	76,6	222.200	21,9
86,0	260.200	22,48	82,0	244.100	22,44	76,8	228.900	21,89
88,0	260.200	22,52	84,0	244.000	22,45	77,0	233.900	21,96
90,0	260.200	22,53	86,0	244.000	22,47	77,5	247.500	22,09
92,0	260.200	22,55	88,0	244.100	22,49	78,0	248.200	22,21
94,0	260.300	22,55	90,0	244.000	22,50	80,0	248.400	22,41
96,0	260.300	22,57	92,0	244.000	22,52	82,0	248.500	22,43
98,0	260.100	22,58	94,0	244.100	22,53	84,0	248.100	22,43
			96,0	244.100	22,55	86,0	247.900	22,48
			98,0	243.900	22,57	88,0	247.800	22,5
						90,0	247.800	22,52
						92,0	247.500	22,53
						94,0	247.400	22,54
						96,0	247.300	22,56
						98,0	247.100	22,58

*Sin monitoreo en febrero 2019 por episodio de precipitaciones
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

PP-01								
Fecha Campaña								
29/06/2019			16/09/2019			23/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,0	18.840	19,10	1,5	16.330	18,01	1,5	14.720	21,39
1,2	18.800	19,10	2,0	20.680	18,87	2,0	17.850	20,02
1,4	18.800	19,29	2,5	29.830	19,71	2,5	31.100	20,30
1,6	18.820	19,29	3,0	30.040	20,33	3,0	31.210	20,33
1,8	18.830	19,29	4,0	30.070	20,36	4,0	31.210	20,33
2,0	18.980	19,52	6,0	30.070	20,36	6,0	31.230	20,34
2,5	30.450	19,52	8,0	30.080	20,36	8,0	31.230	20,33
3,0	30.480	20,32	10,0	30.070	20,36	10,0	31.210	20,33
4,0	30.480	20,34	12,0	30.080	20,36	12,0	31.210	20,33
6,0	30.500	20,34	14,0	30.060	20,36	14,0	31.190	20,33
8,0	30.500	20,34	16,0	30.050	20,38	16,0	31.180	20,34
10,0	30.500	20,34	18,0	30.040	20,39	18,0	31.200	20,35
12,0	30.470	20,34	20,0	30.040	20,43	20,0	31.280	20,41
14,0	30.490	20,34	22,0	30.070	20,44	22,0	31.370	20,43
16,0	30.470	20,34	24,0	30.090	20,45	24,0	31.530	20,44
18,0	30.460	20,35	26,0	30.230	20,46	26,0	31.610	20,45
20,0	30.470	20,35	26,5	30.250	20,46	26,5	31.650	20,45
22,0	30.580	20,43	27,0	30.240	20,47	27,0	31.650	20,45
24,0	30.760	20,43	27,5	30.200	20,47	27,5	31.650	20,45
26,0	30.840	20,45	28,0	30.200	20,47	28,0	31.790	20,45
28,0	30.920	20,45	28,5	47.400	20,53	28,5	40.000	20,47
28,2	31.240	20,46	29,0	51.220	20,57	29,0	50.810	20,53
28,4	33.940	20,46	30,0	55.900	20,65	30,0	55.770	20,60
28,6	49.500	20,50	32,0	58.700	20,47	32,0	58.960	20,70
28,8	49.870	20,50	34,0	58.750	20,80	34,0	58.400	20,77
29,0	51.010	20,54	36,0	58.760	20,83	36,0	59.420	20,79
29,2	54.780	20,54	38,0	58.000	20,85	38,0	59.410	20,81
29,4	54.810	20,57	40,0	58.790	20,86	40,0	59.400	20,82
29,6	54.890	20,57	42,0	58.840	20,87	42,0	59.440	20,83
29,8	55.230	20,57	44,0	58.830	20,89	44,0	59.490	20,86
30,0	55.370	20,61	46,0	58.850	20,91	46,0	59.510	20,88
31,0	55.980	20,61	48,0	58.830	20,92	48,0	59.540	20,90
32,0	58.130	20,61	48,5	58.810	20,92	48,5	59.540	20,90
34,0	59.010	20,77	49,0	58.820	20,93	49,0	59.570	20,91
36,0	59.000	20,77	49,5	58.000	20,93	49,5	59.590	20,92
38,0	59.000	20,80	50,0	82.710	21,06	50,0	83.080	21,07
40,0	59.010	20,80	50,2	83.290	21,11	50,2	83.760	21,09
42,0	59.010	20,82	50,4	83.520	21,12	50,4	83.900	21,11
44,0	59.040	20,82	50,6	83.590	21,13	50,6	83.980	21,12
46,0	59.060	20,88	50,8	83.620	21,14	50,8	84.120	21,13
48,0	59.100	20,88	51,0	83.690	21,15	51,0	84.160	21,13
49,0	59.080	20,88	52,0	83.730	21,16	52,0	84.160	21,14
49,5	59.090	20,92	54,0	83.740	21,16	54,0	84.180	21,15

PP-01								
Fecha Campaña								
29/06/2019			16/09/2019			23/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
50,0	83.110	20,92	56,0	83.760	21,17	56,0	84.130	21,16
50,2	83.530	20,92	58,0	83.810	21,18	58,0	84.250	21,17
50,4	83.820	20,92	60,0	84.660	21,19	60,0	85.050	21,17
50,6	83.900	21,12	61,0	84.690	21,20	61,0	85.200	21,18
50,8	83.970	21,12	62,0	133.000	21,23	62,0	133.400	21,33
51,0	84.000	21,12	62,5	136.600	21,41	62,5	136.600	21,38
51,2	84.070	21,14	63,0	136.600	21,42	63,0	136.500	21,40
51,4	84.070	21,14	64,0	136.600	21,42	64,0	136.500	21,41
51,6	84.100	21,14	66,0	136.600	21,42	66,0	136.600	21,40
51,8	84.120	21,14	68,0	136.600	21,43	68,0	136.500	21,42
52,0	84.120	21,15	70,0	136.600	21,43	70,0	136.600	21,42
53,0	84.130	21,15	71,0	136.600	21,43	71,0	136.600	21,42
54,0	84.140	21,15	72,0	136.600	21,44	72,0	136.700	21,42
56,0	84.160	21,16	73,0	141.700	21,61	73,0	141.600	21,56
58,0	84.230	21,16	74,0	145.600	21,66	74,0	145.400	21,63
60,0	85.030	21,16	74,5	153.500	21,70	74,5	154.900	21,67
61,0	85.130	21,18	75,0	167.600	21,73	75,0	171.000	21,72
61,2	85.150	21,18	75,2	171.200	21,76	75,2	174.600	21,73
61,4	85.250	21,18	75,4	173.600	21,77	75,4	177.200	21,75
61,6	98.930	21,18	75,6	177.200	21,80	75,6	179.400	21,76
61,8	133.200	21,29	75,8	185.800	21,82	75,8	189.300	21,79
62,0	134.000	21,29	76,0	190.500	21,83	76,0	194.300	21,82
62,2	137.200	21,29	76,2	195.600	21,85	76,2	198.800	21,84
62,4	137.400	21,29	76,4	199.700	21,89	76,4	203.000	21,86
63,0	137.500	21,41	76,8	209.700	21,93	76,6	203.100	21,88
64,0	137.500	21,41	77,0	215.800	21,96	76,8	206.700	21,89
66,0	137.500	21,41	77,5	235.500	22,04	77,0	222.100	21,97
68,0	137.500	21,41	78,0	238.700	22,16	77,5	237.800	22,07
70,0	137.500	21,41	79,0	239.200	22,35	78,0	240.600	22,29
72,0	137.500	21,43	80,0	239.000	22,39	79,0	240.100	22,43
74,0	146.200	21,43	82,0	239.000	22,39	80,0	240.200	22,43
76,0	190.500	21,43	84,0	239.000	22,39	82,0	240.200	22,43
76,2	197.800	21,85	86,0	239.000	22,41	84,0	240.200	22,43
76,4	202.300	21,85	88,0	239.000	22,49	86,0	240.200	22,46
76,6	207.300	21,85	90,0	239.000	22,50	88,0	240.200	22,50
76,8	212.400	21,85	92,0	238.900	22,53	90,0	240.100	22,51
77,0	217.800	21,85	94,0	239.000	22,55	92,0	240.200	22,52
77,5	236.000	21,85	96,0	239.100	22,57	94,0	240.300	22,54
78,0	239.800	21,97	98,0	238.900	22,59	96,0	240.300	22,55
79,0	240.600	22,33				98,0	240.300	22,57
80,0	240.600	22,33						
82,0	240.400	22,38						
84,0	240.300	22,38						
86,0	240.400	22,40						
88,0	240.300	22,40						
90,0	240.300	22,50						

PP-01								
Fecha Campaña								
29/06/2019			16/09/2019			23/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
92,0	240.400	22,50						
94,0	240.300	22,54						

*Sin monitoreo en febrero 2019 por episodio de precipitaciones
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-41 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019

PP-02*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			24/03/2019			16/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,5	39.790	21,77	1,0	34.310	20,07	0,7	36.290	20,06
1,0	39.770	21,07	1,5	34.480	20,32	1,0	36.310	20,09
1,5	39.780	20,82	2,0	34.490	20,39	1,5	36.300	20,19
2,0	39.800	20,81	3,0	35.020	20,77	2,0	36.180	20,38
3,0	40.180	20,81	4,0	37.770	20,80	3,0	36.080	20,48
4,0	40.950	20,82	6,4	37.750	20,81	4,0	37.730	20,79
6,0	40.950	20,81	7,0	37.780	20,81	6,0	37.640	20,79
8,0	40.990	20,82	8,0	37.760	20,81	8,0	37.530	20,8
10,0	41.000	20,81	10,0	37.730	20,81	10,0	37.470	20,8
12,0	40.870	20,81	12,0	37.760	20,81	12,0	37.380	20,79
14,0	40.670	20,82	14,0	37.850	20,82	14,0	37.330	20,81
16,0	40.840	20,82	16,0	37.720	20,83	16,0	37.440	20,82
17,0	41.120	20,83	16,5	37.870	20,83	17,0	37.540	20,81
18,0	58.700	20,89	17,0	38.130	20,82	17,5	39.410	20,82
18,2	67.730	20,97	17,2	38.560	20,83	18,0	39.520	20,82
18,4	67.840	21,03	17,4	43.490	20,83	18,5	47.360	20,83
18,6	68.190	21,09	17,6	45.000	20,84	18,7	65.660	20,93
18,8	68.280	21,11	17,8	45.700	20,85	18,9	66.290	21,14
19,0	69.830	21,18	18,0	45.700	20,86	19,1	66.280	21,19
19,5	70.010	21,22	18,5	65.090	21,05	19,4	66.250	21,19
20,0	69.710	21,23	19,0	65.670	21,12	19,6	66.290	21,19
21,0	70.870	21,27	20,0	65.780	21,17	19,8	66.370	21,23
22,0	71.110	21,3	21,0	66.140	21,31	20,0	66.570	21,27
24,0	72.790	21,39	22,0	66.340	21,35	21,0	66.790	21,3
26,0	74.610	21,63	24,0	67.680	21,43	22,0	67.020	21,33
28,0	74.890	21,66	26,0	69.150	21,64	24,0	68.530	21,42
30,0	75.350	21,78	28,0	69.120	21,66	26,0	70.040	21,63
32,0	76.620	21,93	30,0	69.280	21,75	28,0	70.430	21,68
34,0	90.010	22,42	32,0	70.490	21,93	30,0	70.810	21,74
34,2	90.100	22,43	33,0	72.800	22,09	32,0	72.080	21,94
34,4	90.160	22,44	34,0	83.080	22,40	34,0	84.910	22,42
34,6	90.090	22,44	35,0	83.140	22,44	34,2	85.050	22,43
34,8	90.140	22,44	36,0	83.220	22,44	34,4	85.110	22,44
35,0	90.160	22,44	38,0	83.260	22,41	34,6	85.170	22,44
35,5	90.100	22,44	40,0	83.210	22,40	35,0	85.180	22,44

PP-02*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			24/03/2019			16/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
36,0	90.110	22,44	42,0	83.300	22,43	36,0	85.290	22,44
38,0	90.120	22,42	44,0	83.330	22,44	38,0	85.320	22,41
40,0	90.170	22,41	46,0	84.950	22,40	40,0	85.400	22,4
42,0	90.170	22,43	48,0	85.520	22,39	42,0	85.460	22,43
44,0	90.310	22,43	50,0	85.580	22,29	44,0	85.510	22,44
46,0	91.710	22,39	52,0	92.890	22,12	46,0	87.310	22,39
48,0	92.320	22,37	54,0	96.480	22,08	48,0	87.730	22,38
50,0	92.830	22,26	56,0	98.170	22,06	50,0	87.750	22,29
51,0	92.940	22,16	58,0	99.200	22,04	52,0	95.570	22,12
51,5	99.760	22,12	60,0	120.400	22,04	52,2	95.700	22,11
52,0	100.900	22,11	60,5	128.800	22,05	52,4	95.750	22,11
52,5	101.000	22,11	61,0	136.300	22,05	53,0	95.780	22,09
53,0	101.100	22,69	61,5	142.900	22,05	54,0	99.030	22,08
54,0	104.500	22,08	62,0	146.600	22,05	56,0	100.700	22,05
56,0	106.300	22,05	62,5	150.000	22,06	58,0	101.900	22,04
58,0	107.500	22,04	63,0	151.500	22,06	59,0	107.300	22,04
60,0	130.300	22,04	63,5	156.000	22,06	59,5	114.100	22,04
60,5	139.300	22,05	64,0	159.700	22,07	60,0	123.500	22,04
61,0	147.100	22,05	64,5	163.600	22,07	60,5	132.600	22,05
61,2	150.500	22,05	65,0	167.600	22,07	61,0	139.600	22,04
61,4	154.800	22,05	65,5	170.700	22,07	61,5	146.600	22,05
61,6	155.600	22,05	66,0	177.600	22,08	62,0	150.500	22,05
61,8	157.300	22,05	66,2	180.100	22,08	62,5	153.600	22,06
62,0	158.600	22,05	66,4	185.000	22,08	63,0	155.700	22,05
62,5	162.300	22,05	66,6	189.000	22,08	63,5	160.300	22,06
63,0	164.600	22,06	66,8	219.800	22,08	64,0	163.700	22,06
64,0	172.800	22,07	67,0	221.300	22,08	64,5	168.000	22,07
65,0	181.300	22,07	67,2	221.400	22,09	65,0	171.700	22,06
66,0	192.200	22,07	67,4	221.400	22,09	65,5	174.900	22,07
66,2	194.200	22,07	67,6	221.400	22,09	66,0	181.900	22,07
66,4	199.500	22,08	67,8	221.400	22,08	66,2	183.800	22,08
66,6	204.000	22,08	68,0	221.400	22,08	66,4	188.400	22,08
66,8	238.600	22,08	69,0	221.700	22,09	66,6	193.100	22,08
67,0	239.100	22,09	70,0	221.800	22,10	66,8	223.200	22,08
67,2	239.200	22,08	72,0	226.600	22,10	67,0	226.000	22,08
67,4	239.200	22,09	74,0	228.100	22,13	67,2	226.200	22,08
67,6	239.200	22,09	76,0	228.800	22,14	67,4	226.200	22,09
67,8	239.700	22,1	78,0	232.600	22,16	67,6	226.200	22,08
68,0	239.600	22,09				67,8	226.200	22,08
69,0	239.900	22,09				68,0	226.100	22,09
70,0	240.000	22,11				68,5	226.300	22,09
72,0	245.200	22,12				69,0	226.400	22,09
74,0	246.500	22,13				71,0	228.400	22,11
76,0	247.400	22,14				73,0	232.200	22,13
78,0	249.800	22,16				75,0	232.600	22,14
						77,0	235.400	22,14

PP-02*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			24/03/2019			16/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
						78,0	237.100	22,16

*Sin monitoreo en febrero 2019 por episodio de precipitaciones

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-42 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

PP-02								
Fecha Campaña								
13/06/2019			24/09/2019			14/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,0	34.290	19,27	1,0	34.950	20,63	1,0	39.570	20,88
1,5	34.350	19,66	1,5	34.970	20,61	1,5	39.600	20,82
2,0	34.380	19,92	2,0	34.980	20,65	2,0	39.590	20,81
3,0	34.390	20,42	3,0	36.840	20,77	3,0	39.570	20,80
4,0	34.300	20,70	4,0	36.830	20,81	4,0	39.600	20,82
6,0	34.330	20,74	6,4	36.830	20,81	6,4	39.530	20,82
8,0	34.310	20,74	7,0	36.820	20,82	7,0	39.550	20,81
10,0	34.290	20,74	8,0	36.790	20,81	8,0	39.490	20,82
12,0	34.250	20,74	10,0	36.810	20,81	10,0	39.470	20,81
14,0	35.750	20,76	12,0	37.400	20,82	12,0	40.100	20,83
16,0	43.320	20,80	14,0	37.160	20,83	14,0	40.970	20,84
18,0	63.810	21,06	16,0	39.370	20,85	16,0	47.390	20,89
18,2	63.830	21,09	16,5	41.130	20,87	16,5	47.780	20,90
18,4	63.800	21,11	17,0	42.890	20,88	17,0	48.130	20,91
18,6	63.770	21,12	17,2	49.200	20,91	17,2	48.200	20,91
18,8	63.800	21,14	17,4	49.610	20,93	17,4	48.740	20,92
19,0	63.790	21,13	17,6	58.960	20,95	17,6	53.370	20,95
19,5	63.840	21,16	17,8	61.690	21,12	17,8	53.620	20,97
20,0	63.980	21,20	18,0	62.620	21,12	18,0	54.260	20,98
21,0	65.070	21,22	18,5	65.360	21,18	18,5	56.920	21,09
22,0	65.200	21,26	19,0	65.520	21,20	19,0	68.250	21,09
23,0	65.270	21,28	20,0	65.950	21,28	20,0	70.980	21,26
24,0	64.750	21,35	21,0	66.070	21,30	21,0	71.460	21,31
25,0	68.870	21,55	22,0	66.160	21,33	22,0	71.430	21,33
27,0	68.740	21,61	24,0	67.750	21,42	24,0	72.960	21,41
29,0	69.010	21,69	26,0	69.240	21,64	26,0	74.430	21,62
31,0	69.430	21,80	28,0	69.410	21,68	28,0	74.400	21,67
33,0	72.530	22,12	30,0	69.560	21,74	30,0	74.500	21,73
35,0	82.860	22,41	32,0	70.930	21,92	32,0	76.060	21,92
37,0	82.890	22,43	33,0	72.880	22,11	33,0	78.770	22,13
39,0	82.840	22,40	34,0	83.460	22,41	34,0	89.130	22,41
41,0	82.880	22,41	35,0	83.450	22,45	35,0	88.890	22,43
43,0	82.920	22,43	36,0	83.460	22,45	36,0	88.670	22,44
45,0	83.560	22,40	38,0	83.470	22,42	38,0	88.470	22,41
47,0	84.250	22,38	40,0	83.450	22,41	40,0	88.360	22,40

PP-02								
Fecha Campaña								
13/06/2019			24/09/2019			14/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
49,0	84.830	22,34	42,0	83.480	22,43	42,0	88.540	22,43
51,0	85.000	22,19	44,0	83.570	22,45	44,0	88.070	22,43
53,0	92.700	22,09	46,0	84.790	22,41	46,0	89.350	22,40
55,0	96.530	22,07	48,0	85.270	22,39	48,0	89.880	22,37
57,0	97.510	22,04	50,0	85.410	22,29	50,0	90.020	22,28
58,0	98.400	22,04	52,0	93.180	22,14	52,0	97.960	22,14
58,5	99.710	22,04	54,0	96.410	22,09	54,0	101.500	22,08
59,0	103.200	22,04	56,0	98.040	22,07	56,0	103.200	22,05
59,5	109.200	22,04	58,0	98.760	22,06	58,0	127.100	22,02
60,0	118.300	22,04	60,0	118.500	22,06	60,0	136.000	22,04
60,5	127.000	22,04	60,5	127.600	22,06	60,5	143.800	22,04
61,0	133.700	22,04	61,0	134.900	22,06	61,0	146.700	22,04
61,5	140.100	22,04	61,2	137.000	22,06	61,2	149.700	22,04
62,0	144.300	22,05	61,4	140.500	22,06	61,4	151.600	22,04
62,5	148.000	22,05	61,6	142.000	22,06	61,6	151.600	22,05
63,0	149.700	22,05	61,8	143.600	22,06	61,8	153.300	22,05
63,5	153.900	22,06	62,0	145.100	22,07	62,0	154.500	22,05
64,0	157.100	22,06	62,5	149.000	22,07	62,5	158.400	22,05
64,5	161.200	22,06	63,0	150.400	22,07	63,0	159.700	22,05
65,0	165.000	22,06	63,5	154.700	22,07	63,5	159.700	22,06
65,5	168.200	22,07	64,0	157.900	22,07	64,0	164.100	22,06
66,0	174.300	22,07	64,5	162.100	22,08	64,5	168.600	22,06
66,2	175.800	22,07	65,0	165.900	22,08	65,0	172.400	22,06
66,4	179.600	22,07	65,5	165.200	22,09	65,5	177.700	22,07
66,6	184.200	22,08	66,0	175.400	22,08	66,0	180.500	22,07
66,8	206.700	22,08	66,2	177.000	22,09	66,2	187.500	22,07
67,0	216.800	22,08	66,4	180.600	22,09	66,4	189.100	22,07
67,2	216.900	22,08	66,6	185.600	22,09	66,6	193.900	22,08
67,4	216.900	22,08	66,8	205.400	22,09	66,8	198.700	22,08
67,6	216.900	22,08	67,0	218.400	22,09	67,0	231.200	22,09
67,8	216.900	22,08	67,2	218.300	22,10	67,2	233.300	22,08
68,0	216.900	22,08	67,4	218.400	22,10	67,4	233.300	22,07
68,5	217.100	22,08	67,6	218.400	22,09	67,6	233.300	22,08
69,0	217.200	22,08	67,8	218.400	22,09	67,8	233.300	22,08
70,0	217.200	22,09	68,0	218.400	22,09	68,0	233.300	22,09
72,0	219.100	22,10	69,0	218.700	22,11	69,0	233.200	22,09
74,0	222.700	22,12	70,0	218.800	22,11	70,0	233.600	22,10
76,0	223.100	22,15	72,0	222.900	22,13	72,0	238.700	22,12
77,0	225.700	22,16	74,0	224.600	22,15	74,0	240.300	22,13
78,0	227.500	22,17	76,0	225.100	22,16	76,0	240.800	22,15
			78,0	229.200	22,18	78,0	245.800	22,16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03. Campañas Enero, Marzo y Abril 2019

PP-03*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			24/03/2019			16/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
0,7	27.590	25,58	1,0	24.630	24,60	1,0	25.430	25,59
0,9	27.590	25,57	2,0	24.750	25,61	1,5	25.450	25,65
1,0	27.590	25,63	3,0	24.730	25,64	2,0	25.470	25,65
1,5	27.600	25,65	4,0	24.730	25,64	4,0	25.480	25,65
2,0	27.580	25,65	6,0	24.760	25,65	6,0	25.490	25,65
3,0	27.600	25,65	8,0	24.770	25,65	8,0	25.490	25,65
4,0	27.580	25,65	10,0	24.780	25,65	10,0	25.490	25,65
6,0	27.570	25,65	12,0	24.780	25,65	12,0	25.500	25,65
8,0	27.610	25,65	14,0	24.760	25,65	14,0	25.510	25,65
10,0	27.600	25,65	16,0	24.770	25,65	16,0	25.510	25,65
12,0	27.600	25,65	18,0	24.790	25,65	18,0	25.510	25,65
14,0	27.610	25,65	20,0	24.780	25,65	20,0	25.520	25,65
16,0	27.600	25,65	22,0	24.780	25,65	22,0	25.520	25,65
18,0	27.600	25,65	24,0	24.790	25,65	24,0	25.520	25,65
20,0	27.580	25,65	26,0	24.790	25,65	26,0	25.520	25,65
22,0	27.580	25,65	28,0	24.780	25,65	28,0	25.510	25,65
24,0	27.610	25,65	30,0	24.790	25,66	30,0	25.510	25,66
26,0	27.580	25,65	32,0	24.810	25,66	32,0	25.520	25,66
28,0	27.580	25,65	34,0	24.810	25,66	34,0	25.510	25,66
30,0	27.580	25,65	36,0	24.800	25,66	36,0	25.530	25,66
32,0	27.580	25,65	38,0	24.820	25,67	38,0	25.520	25,67
34,0	27.620	25,66	40,0	24.820	25,67	40,0	25.520	25,67
36,0	27.590	25,66	42,0	24.850	25,67	42,0	25.560	25,67
38,0	27.590	25,66	44,0	24.910	25,67	44,0	25.640	25,68
40,0	27.600	25,66	46,0	24.960	25,68	46,0	25.690	25,69
42,0	27.640	25,67	48,0	25.000	25,69	48,0	25.720	25,69
44,0	27.740	25,68	50,0	25.040	25,70	50,0	25.760	25,7
46,0	27.760	25,68	52,0	25.060	25,70	52,0	25.770	25,7
48,0	27.810	25,69	54,0	25.070	25,71	54,0	25.770	25,71
50,0	27.860	25,7	56,0	25.290	25,73	56,0	25.970	25,72
52,0	27.830	25,7	58,0	25.320	25,73	58,0	26.040	25,73
54,0	27.890	25,71	60,0	25.300	25,73	60,0	26.040	25,73
56,0	27.980	25,72	62,0	25.360	25,74	62,0	26.050	25,73
58,0	28.130	25,73	64,0	25.300	25,74	64,0	26.040	25,73
60,0	28.130	25,73	66,0	25.370	25,74	66,0	26.040	25,73
62,0	28.130	25,73	68,0	25.490	25,75	68,0	26.190	25,74
64,0	28.130	25,73	70,0	25.400	25,75	70,0	26.250	25,75
66,0	28.220	25,74	72,0	25.640	25,76	72,0	26.380	25,76
68,0	28.290	25,74	74,0	25.760	25,76	74,0	26.490	25,76
70,0	28.300	25,74	76,0	25.800	25,76	76,0	26.520	25,76
72,0	28.530	25,76	78,0	25.870	25,76	78,0	26.690	25,76
74,0	28.580	25,76	80,0	26.030	25,77	80,0	26.830	25,77
76,0	28.610	25,76	82,0	26.180	25,77	82,0	27.010	25,77
78,0	28.770	25,77	84,0	26.210	25,78	84,0	27.280	25,78

PP-03*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			24/03/2019			16/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
80,0	28.940	25,77	86,0	27.780	25,79	86,0	28.460	25,79
82,0	29.120	25,78	88,0	27.850	25,79	87,0	30.360	25,8
84,0	29.370	25,78	90,0	48.430	25,82	87,5	30.270	25,81
86,0	30.250	25,79	90,2	66.430	25,82	88,5	30.670	25,81
88,0	30.280	25,79	90,4	67.060	25,86	89,5	31.490	25,81
90,0	70.540	25,82	90,6	69.540	25,89	90,0	52.330	25,82
90,2	73.920	25,85	90,8	70.090	25,90	90,2	69.430	25,83
90,4	73.980	25,86	91,0	70.270	25,91	90,4	69.490	25,86
90,6	75.800	25,88	91,5	70.380	25,91	90,6	71.700	25,87
90,8	76.300	25,9	92,0	70.350	25,92	90,8	72.180	25,89
91,0	76.460	25,91	93,0	72.940	25,93	91,0	72.270	25,91
92,0	76.540	25,92	94,0	73.790	25,94	91,5	72.220	25,92
94,0	80.810	25,94	96,0	82.190	25,97	92,0	72.340	25,92
96,0	89.300	25,97	98,0	88.390	26,00	93,0	74.840	25,93
98,0	95.540	26	99,0	91.960	26,02	94,0	76.490	25,94
100,0	106.800	26,04	100,0	97.120	26,04	96,0	84.260	25,97
102,0	134.300	26,08	100,2	108.800	26,05	98,0	90.490	26
102,5	134.400	26,08	100,4	112.900	26,05	99,0	94.120	26,02
103,0	135.400	26,1	100,6	115.500	26,05	99,5	94.770	26,03
104,0	155.400	26,12	100,8	117.000	26,06	100,0	100.800	26,04
105,0	181.200	26,13	101,0	122.400	26,06	100,2	113.000	26,05
105,5	202.700	26,15	101,5	124.800	26,07	100,4	116.700	26,05
105,7	206.400	26,15	102,0	124.700	26,08	100,6	118.300	26,06
106,0	212.400	26,16	102,5	124.800	26,08	100,8	121.300	26,06
106,2	214.200	26,17	103,0	125.700	26,10	101,0	125.200	26,06
106,4	215.100	26,17	103,5	138.700	26,12	101,5	127.400	26,07
106,6	217.000	26,17	104,0	144.200	26,12	102,0	127.400	26,08
106,8	218.900	26,18	104,5	148.000	26,13	103,0	128.200	26,1
107,0	222.600	26,18	105,0	169.400	26,14	104,0	147.000	26,12
109,0	236.300	26,22	105,2	179.700	26,15	104,5	152.200	26,13
111,0	239.900	26,27	105,4	185.400	26,15	104,7	159.400	26,14
113,0	240.200	26,3	105,6	189.100	26,15	104,9	168.000	26,14
115,0	240.200	26,36	105,8	193.800	26,16	105,2	183.700	26,15
117,0	240.100	26,38	106,0	196.900	26,16	105,4	189.300	26,15
117,5	245.700	26,41	106,2	198.500	26,17	105,6	194.000	26,15
118,0	245.300	26,44	106,4	199.200	26,17	105,8	197.200	26,16
			106,6	200.700	26,17	106,0	200.700	26,16
			106,8	202.700	26,18	106,2	202.500	26,17
			107,0	205.900	26,18	106,4	203.500	26,17
			107,2	209.000	26,19	106,6	205.100	26,17
			107,4	212.700	26,18	106,8	206.900	26,18
			107,6	213.400	26,19	107,0	210.300	26,18
			107,8	214.400	26,20	107,2	213.100	26,18
			108,0	215.500	26,20	107,4	218.000	26,19
			108,5	219.100	26,21	107,6	218.400	26,19
			109,0	219.800	26,23	107,8	219.400	26,2

PP-03*								
Fecha Campaña								
24/01/2019			24/03/2019			16/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
			110,0	221.400	26,23	108,0	220.700	26,21
			112,0	222.600	26,28	108,5	223.900	26,22
			114,0	223.000	26,33	109,0	224.600	26,22
			116,0	223.100	26,37	110,0	226.000	26,23
			118,0	229.500	26,43	112,0	227.400	26,27
						114,0	227.800	26,35
						116,0	227.900	26,36
						118,0	234.400	26,44

*Sin monitoreo en febrero 2019 por episodio de precipitaciones
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-44 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

PP-03								
Fecha Campaña								
13/06/2019			17/09/2019			14/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
1,0	25.230	24,97	1,0	25.820	25,34	1,0	26.070	25,91
1,5	25.490	25,58	2,0	25.760	25,65	2,0	26.120	25,68
2,0	25.530	25,64	3,0	25.730	25,66	3,0	25.660	26,12
3,0	25.530	25,63	4,0	25.750	25,66	4,0	26.120	25,65
4,0	25.520	25,65	6,0	25.770	25,67	6,0	26.100	25,65
6,0	25.520	25,65	8,0	25.770	25,67	8,0	26.090	25,65
8,0	25.520	25,65	10,0	25.770	25,67	10,0	26.090	25,65
10,0	25.520	25,65	12,0	25.750	25,67	12,0	26.080	25,65
12,0	25.520	25,65	14,0	25.750	25,67	14,0	26.080	25,65
14,0	25.520	25,65	16,0	25.770	25,67	16,0	26.070	25,65
16,0	25.540	25,65	18,0	25.750	25,67	18,0	26.070	25,65
18,0	25.520	25,65	20,0	25.770	25,67	20,0	26.070	25,65
20,0	25.540	25,65	22,0	25.750	25,67	22,0	26.060	25,66
22,0	25.520	25,65	24,0	25.750	25,67	24,0	26.060	25,66
24,0	25.520	25,65	26,0	25.750	25,67	26,0	26.070	25,66
26,0	25.520	25,65	28,0	25.770	25,67	28,0	26.070	25,66
28,0	25.540	25,65	30,0	25.760	25,68	30,0	26.050	25,66
30,0	25.520	25,65	32,0	25.760	25,68	32,0	26.050	25,66
32,0	25.520	25,66	34,0	25.760	25,68	34,0	26.050	25,66
34,0	25.520	25,66	36,0	25.760	25,68	36,0	26.030	25,66
36,0	25.520	25,66	38,0	25.780	25,69	38,0	26.080	25,67
38,0	25.530	25,67	40,0	25.760	25,68	40,0	26.070	25,67
40,0	25.550	25,67	42,0	25.800	25,69	42,0	22.110	25,67
42,0	25.600	25,67	44,0	25.870	25,69	44,0	26.190	25,68
44,0	25.660	25,68	46,0	25.920	25,70	46,0	26.220	25,69
46,0	25.670	25,69	48,0	25.990	25,71	48,0	26.190	25,69
48,0	25.720	25,69	50,0	26.000	25,71	50,0	26.310	25,70
50,0	25.740	25,70	52,0	26.000	25,71	52,0	26.310	25,71
52,0	25.760	25,70	54,0	26.020	25,72	54,0	26.360	25,71

PP-03								
Fecha Campaña								
13/06/2019			17/09/2019			14/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
54,0	25.840	25,70	56,0	25.830	25,73	56,0	26.110	25,69
56,0	26.000	25,73	58,0	26.280	25,75	58,0	26.600	25,73
58,0	26.000	25,73	60,0	26.300	25,75	60,0	26.610	25,74
60,0	26.020	25,73	62,0	26.280	25,75	62,0	26.610	25,74
62,0	26.020	25,73	64,0	26.260	25,75	64,0	26.600	25,74
64,0	26.000	25,73	66,0	26.260	25,75	66,0	26.600	25,74
66,0	26.050	25,77	68,0	26.370	25,76	68,0	26.700	25,75
68,0	26.050	25,74	70,0	26.400	25,77	70,0	26.790	25,75
70,0	26.090	25,74	72,0	26.600	25,77	72,0	26.950	25,76
72,0	26.410	25,76	74,0	26.650	25,78	74,0	26.980	25,76
74,0	26.320	25,76	76,0	26.730	25,78	76,0	27.120	25,76
76,0	26.500	25,76	78,0	26.910	25,78	78,0	27.330	25,76
78,0	26.690	25,76	80,0	26.930	25,79	80,0	27.400	25,77
80,0	26.760	25,77	82,0	27.180	25,79	82,0	27.570	25,77
82,0	26.980	25,77	84,0	27.390	25,79	84,0	27.730	25,77
84,0	26.760	25,77	86,0	28.880	25,81	86,0	29.110	25,79
86,0	27.920	25,79	88,0	28.620	25,81	88,0	30.620	25,81
88,0	30.410	25,81	89,0	30.680	25,83	89,0	31.780	25,81
88,5	30.780	25,81	90,0	35.980	25,83	90,0	73.270	25,87
89,0	30.800	25,81	90,2	70.090	25,89	90,2	73.200	25,88
89,5	31.250	25,81	90,4	70.200	25,90	90,4	73.280	25,89
90,0	40.330	25,83	90,6	70.630	25,91	90,6	73.820	25,90
90,5	69.520	25,88	90,8	71.000	25,92	90,8	74.150	25,90
91,0	70.580	25,91	91,0	71.250	25,93	91,0	74.320	25,91
91,5	70.640	25,92	91,5	71.330	25,94	91,5	74.270	25,92
92,0	70.680	25,92	92,0	71.340	25,94	92,0	74.280	25,92
93,0	73.050	25,94	93,0	73.710	25,95	93,0	76.880	25,94
94,0	73.910	25,95	94,0	74.530	25,96	94,0	78.590	25,94
95,0	76.260	25,96	96,0	82.380	25,98	96,0	86.470	25,97
96,0	81.760	25,97	98,0	88.400	26,02	98,0	92.490	26,01
97,0	86.890	25,99	99,1	92.180	26,04	99,1	96.590	26,02
98,0	87.800	26,01	100,0	96.020	26,06	100,0	104.300	26,04
99,0	91.400	26,02	100,2	110.800	26,06	100,2	117.800	26,05
100,0	95.040	26,04	100,4	113.800	26,07	100,4	120.200	26,05
102,0	122.900	26,07	100,6	115.600	26,07	100,6	121.000	26,05
102,2	122.900	26,08	100,8	117.100	26,07	100,8	123.500	26,06
102,4	123.000	26,08	101,0	112.500	26,07	101,0	128.400	26,06
102,6	123.000	26,08	101,5	123.800	26,09	101,5	129.900	26,07
102,8	122.900	26,09	102,0	123.800	26,09	102,0	130.100	26,08
103,0	123.700	26,10	102,5	123.800	26,10	102,5	130.100	26,09
103,5	135.200	26,11	103,0	124.400	26,11	103,0	131.500	26,10
104,0	141.500	26,12	103,5	136.100	26,13	103,5	144.700	26,11
104,5	145.200	26,13	104,0	142.600	26,13	104,0	150.500	26,12
105,0	161.900	26,14	104,5	145.800	26,15	104,5	156.300	26,14
105,5	182.500	26,15	105,0	164.700	26,16	105,0	177.700	26,14
105,7	186.900	26,16	105,2	173.800	26,16	105,2	187.300	26,15

PP-03								
Fecha Campaña								
13/06/2019			17/09/2019			14/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
106,0	192.400	26,16	105,4	181.600	26,16	105,4	193.100	26,15
106,2	194.200	26,17	105,6	186.200	26,17	105,6	197.000	26,15
106,4	195.200	26,17	105,8	189.300	26,17	105,8	201.900	26,16
106,6	196.700	26,17	106,0	190.000	26,17	106,0	205.500	26,17
106,8	198.100	26,17	106,2	195.700	26,18	106,2	207.200	26,17
107,0	200.200	26,18	106,4	196.600	26,18	106,4	208.100	26,17
107,2	203.900	26,18	106,6	198.000	26,19	106,6	209.800	26,18
107,4	207.200	26,19	106,8	199.600	26,20	106,8	211.300	26,18
107,6	208.700	26,19	107,0	201.800	26,20	107,0	214.800	26,18
107,8	209.400	26,20	107,2	204.600	26,19	107,2	217.600	26,19
108,0	210.200	26,20	107,4	208.100	26,20	107,4	221.600	26,19
108,2	211.600	26,20	107,6	210.200	26,21	107,6	222.600	26,20
108,4	213.000	26,21	107,8	210.800	26,21	107,8	223.600	26,20
108,6	213.800	26,22	108,0	211.600	26,22	108,0	225.000	26,20
108,8	214.100	26,23	108,5	215.100	26,23	108,5	228.300	26,21
109,0	214.400	26,22	109,0	215.900	26,24	109,0	229.100	26,23
109,5	214.500	26,24	110,0	217.300	26,26	110,0	230.600	26,24
110,0	215.700	26,25	112,0	218.600	26,29	112,0	232.200	26,28
110,5	216.000	26,26	114,0	219.000	26,36	114,0	232.700	26,35
111,0	216.700	26,26	116,0	219.000	26,38	116,0	232.900	26,37
112,0	216.900	26,28	118,0	224.800	26,44	118,0	239.600	26,38
114,0	217.300	26,34						
116,0	217.200	26,36						
118,0	217.200	26,38						

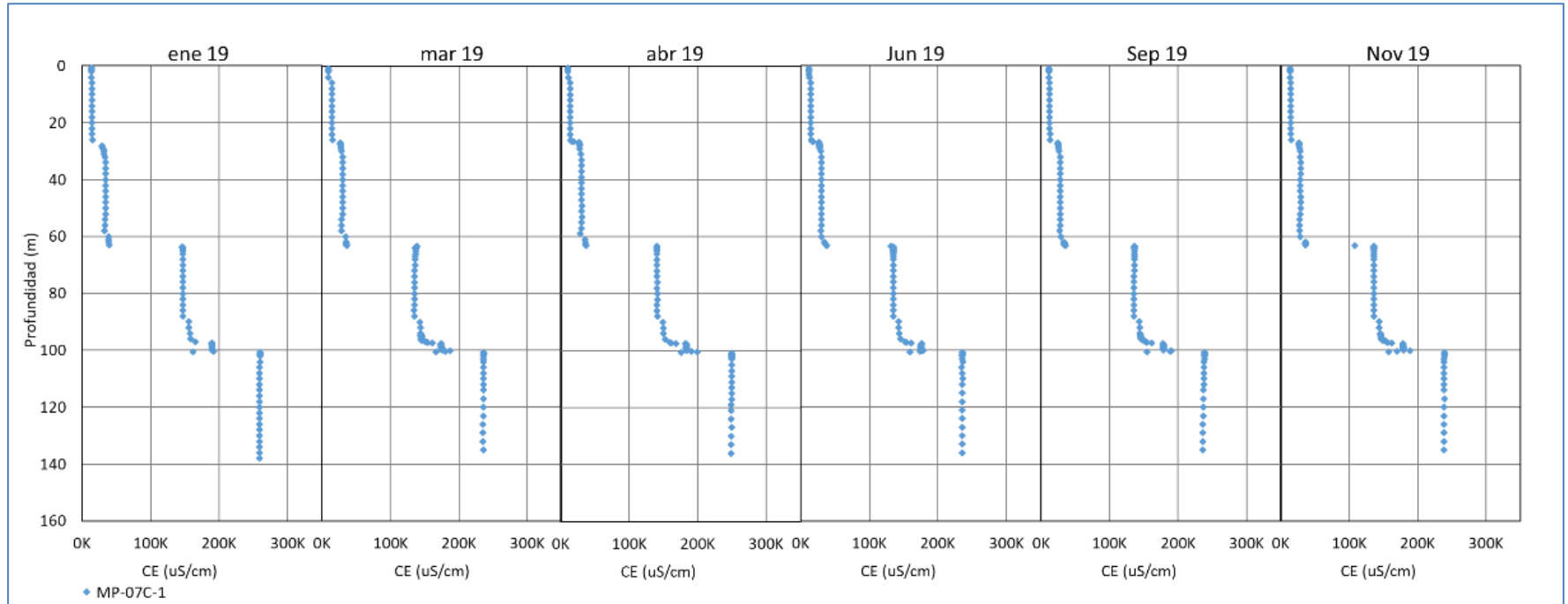
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los gráficos y la descripción de los datos registrados para cada uno de los puntos.

Punto MP-07C-1

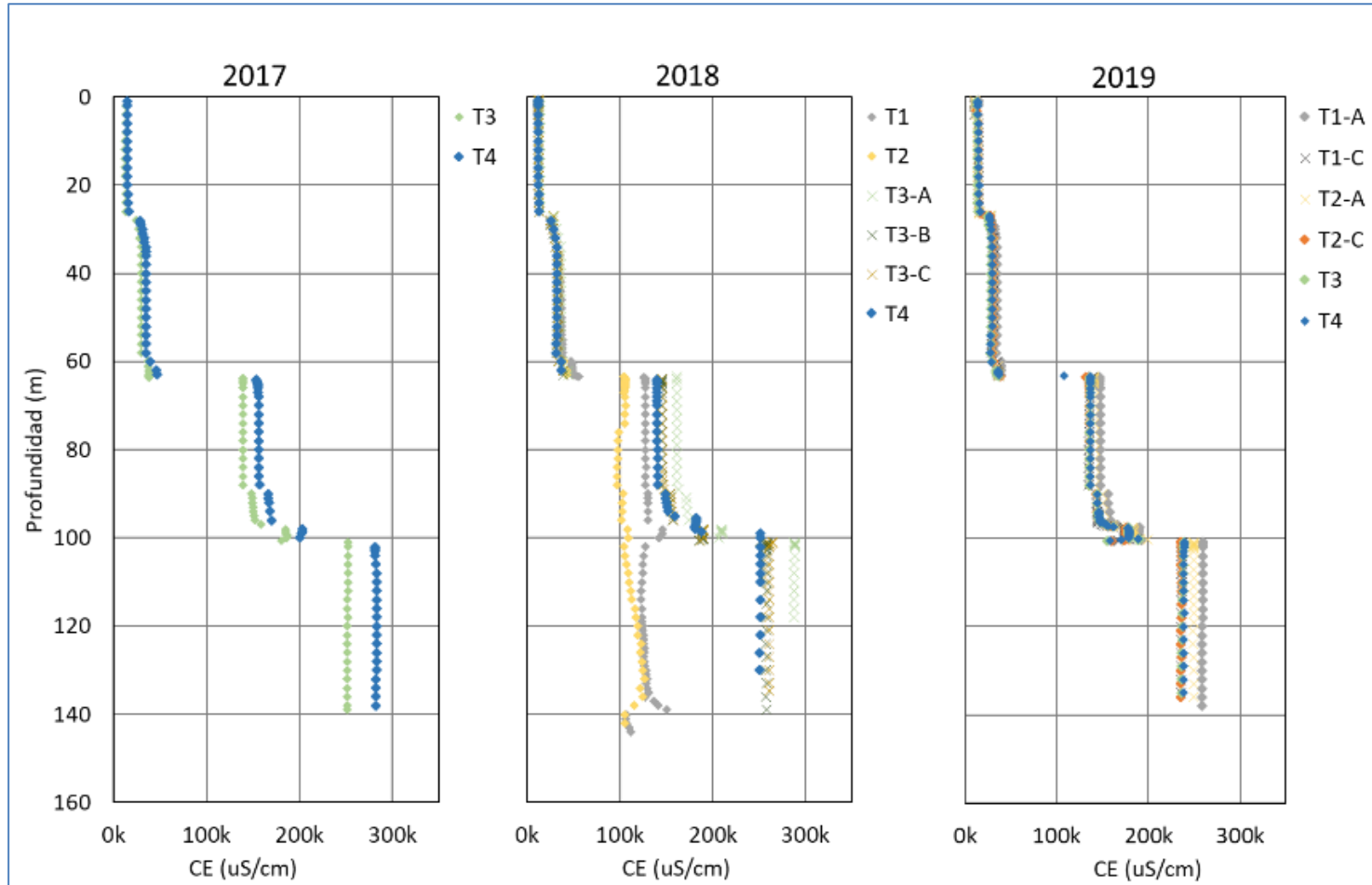
Debido a que el punto MP-07C, de 101,5 m de profundidad, fue instalado en el año 2016 y no interceptó la cuña salina, se reemplazó por el punto MP-07C-1, 42,5 m más profundo, el cual permitió determinar que la Interfase Salina se ubica a partir de los 100 m de profundidad, tal como se muestra en la Figura 5-85. Asimismo, se observa que a partir de los 65 m, la conductividad aumenta con valores entre 100.000 y 200.000 $\mu\text{S/cm}$ por aproximadamente 35 m. Al considerar los registros históricos del punto MP-07C-1, presentados en la Figura 5-86, se observa que la profundidad del nivel de la Interfase Salina no ha variado, teniendo un comportamiento escalonado el cual inicia a partir de los 60 m de profundidad. Sin embargo, en la gráfica de 2018, específicamente los meses de marzo y abril, no se pudo registrar la posición de la Interfase Salina por el equipo utilizado (Solinst), el cual tiene un límite de detección de 80.000 $\mu\text{S/cm}$.

Figura 5-85 Perfiles de C.E. en el punto MP-07C-1, 2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-86 Perfiles históricos de C.E. en el punto MP-07C-1, 2017 – 2019



Fuente: Elaboración propia.

Punto MPS-AC

En el punto MPS-AC, ubicado en el entorno del Sistema Peine, el cambio en la conductividad eléctrica se muestra en la Figura 5-87, la cual comienza su incremento entre los 3 y 5 m de profundidad, alcanzando alrededor de 230.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En la Figura 5-88 se observa que la profundidad del nivel de la Interfase Salina no ha variado durante el período de registro, manteniéndose su zona, entre los 3 m y 5 m de profundidad. Los valores más dispersos del año 2014 en profundidad, corresponden a las mediciones realizadas con el equipo de menor resolución para valores altos de conductividad y que luego fue reemplazado por otro de mayor precisión.

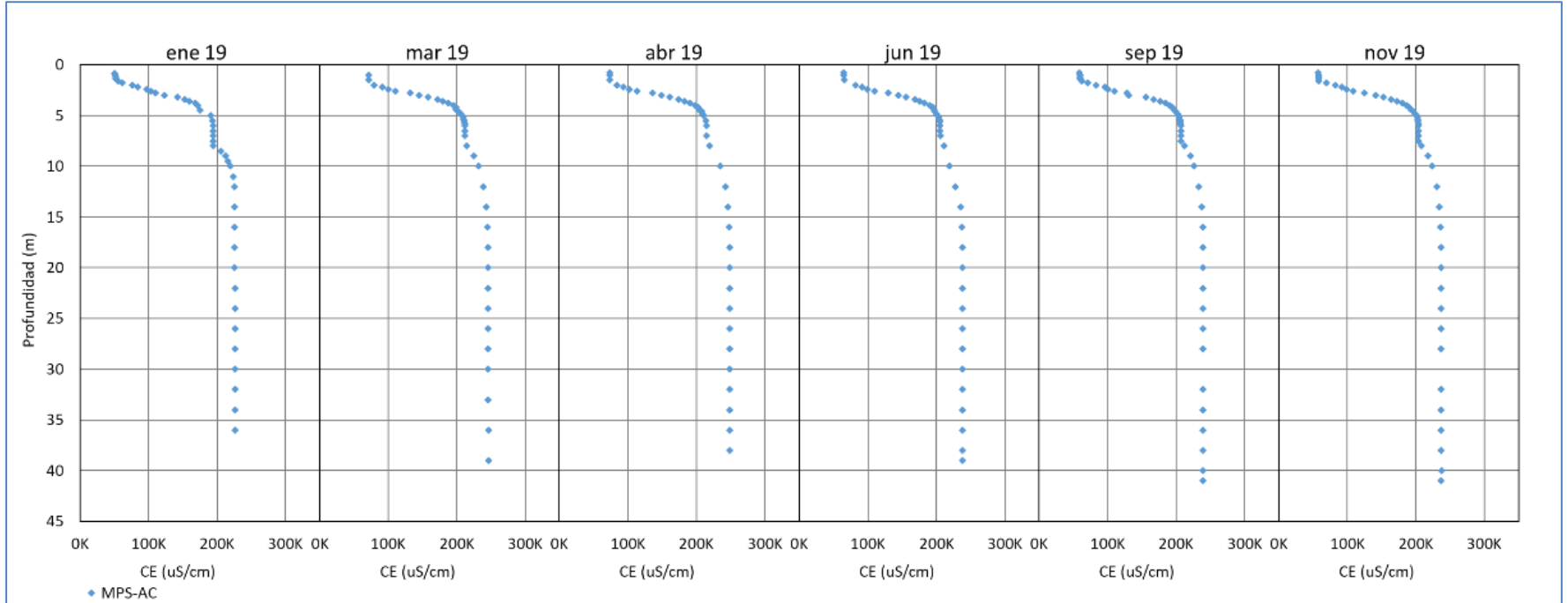
Punto MPS-CC

El punto MPS-CC, es similar al punto MPS-AC, mostrando el incremento de conductividad entre los 3 y 5 m de profundidad como se aprecia en la Figura 5-89. Los puntos MPS-CC y MPS-AC poseen la Interfase Salina más somera, consistente con el hecho que son puntos más cercanos al Núcleo. La Figura 5-90 muestra los registros históricos, en los que se ve que el nivel de la Interfase Salina en el año 2019 es constante en comparación con los años anteriores. En este punto también se observan datos con mayor dispersión en profundidad del año 2014 producto del equipo de medición.

Punto PP-01

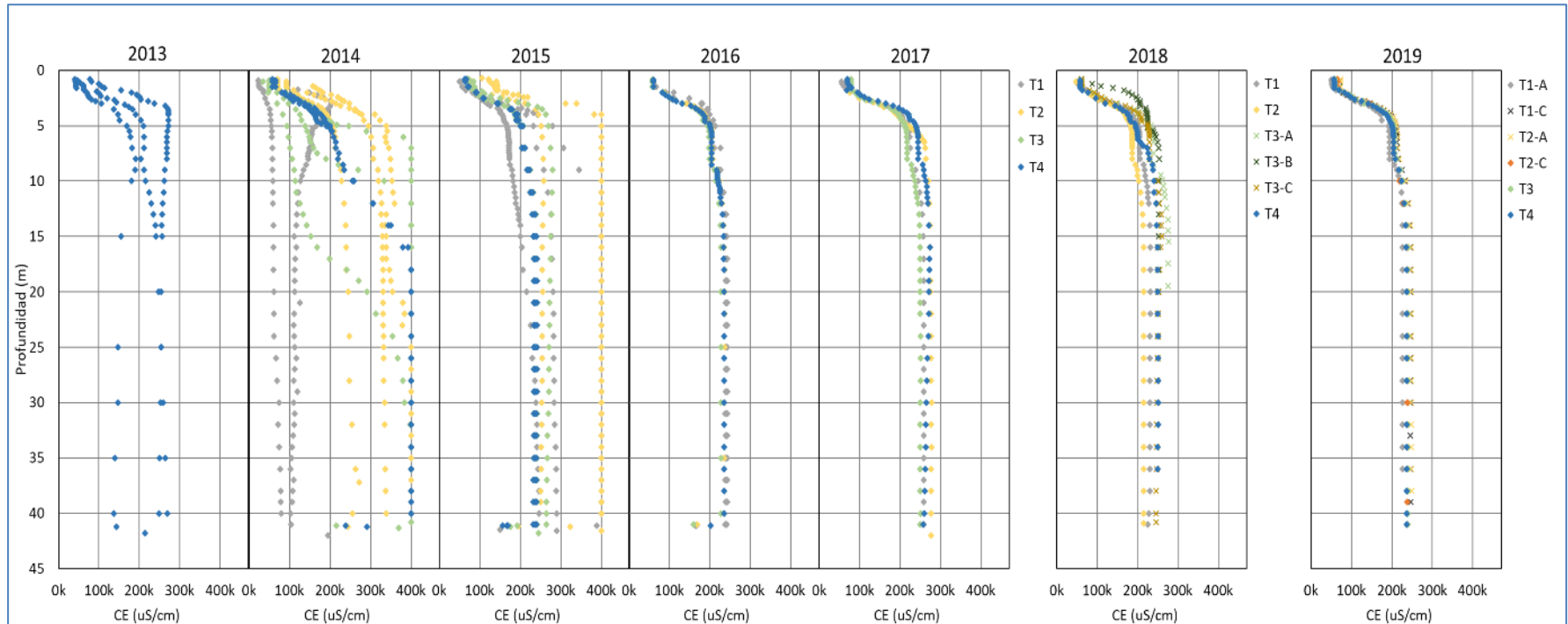
El punto PP-01, como se aprecia en la Figura 5-91, muestra un comportamiento escalonado por varios metros de profundidad, cambiando varias veces el valor de su conductividad. A diferencia de los puntos anteriores el cambio en la conductividad se produce de forma paulatina por aproximadamente 80 m alcanzando aproximadamente los 250.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El comportamiento de este pozo no ha variado desde su instalación, en julio de 2016. Esto se ve claramente en la Figura 5-92, la cual compara las campañas realizadas desde 2016 a 2019.

Figura 5-87 Perfiles de C.E. en el punto MPS-AC, 2019



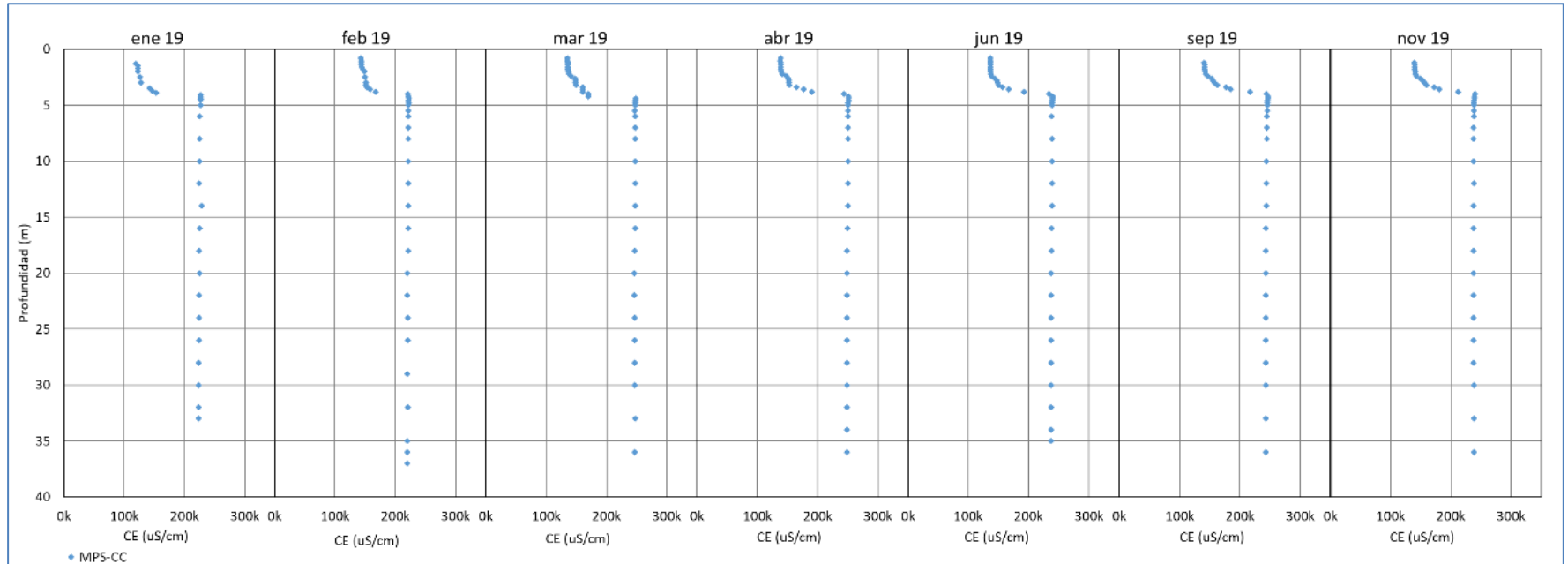
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-88 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-AC, 2013-2019



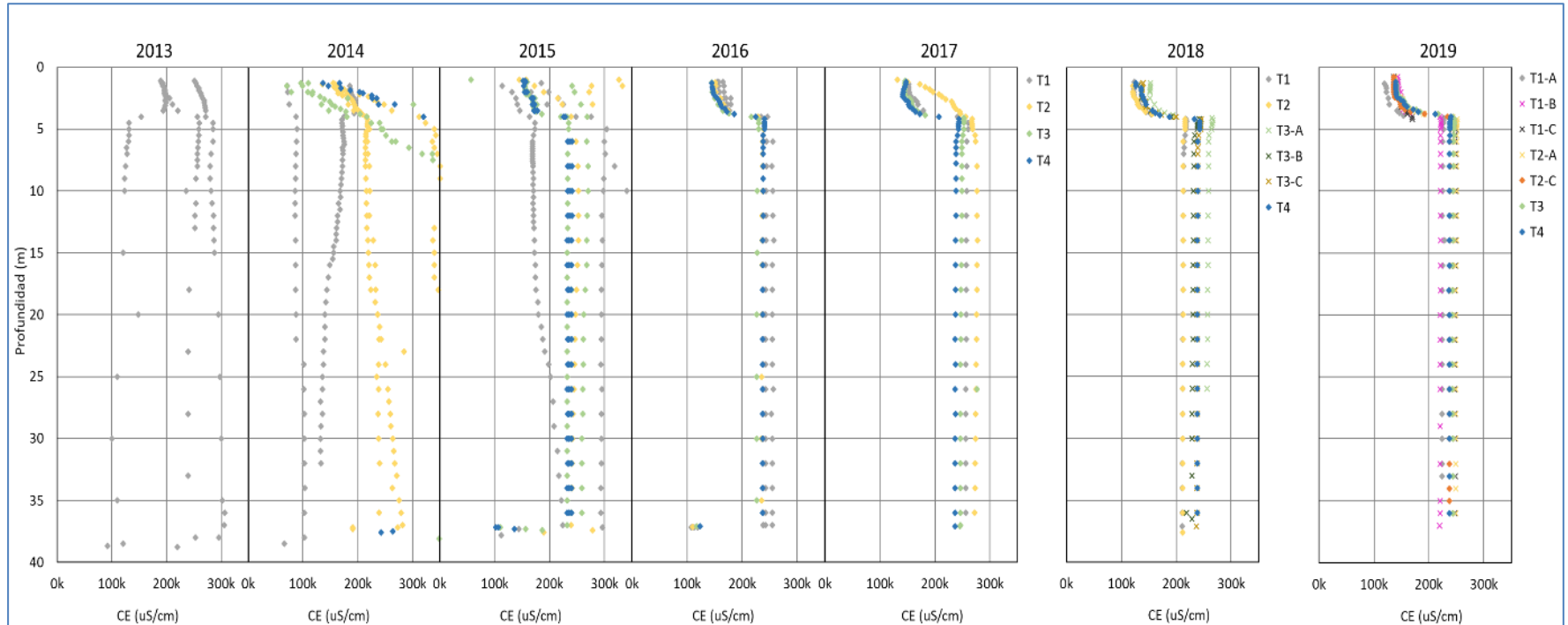
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-89 Perfiles de C.E. en el punto MPS-CC, 2019



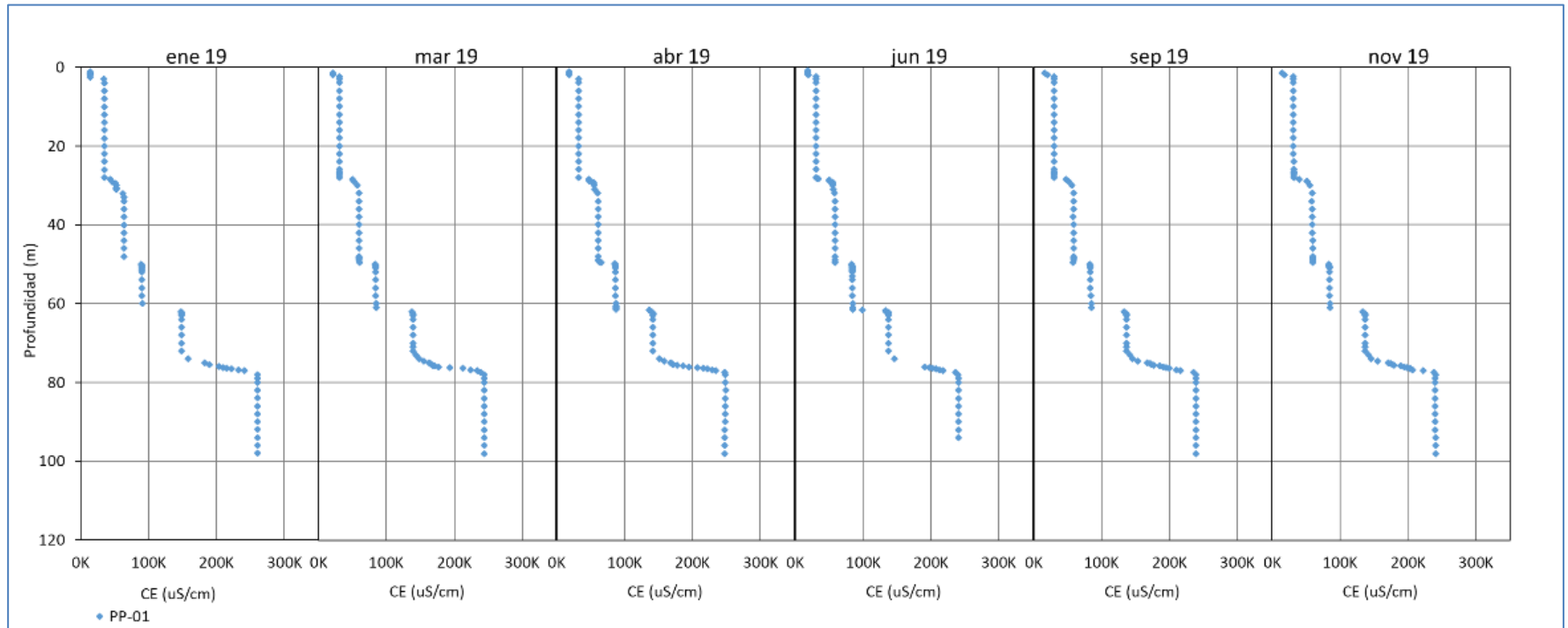
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-90 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-CC, 2013-2019



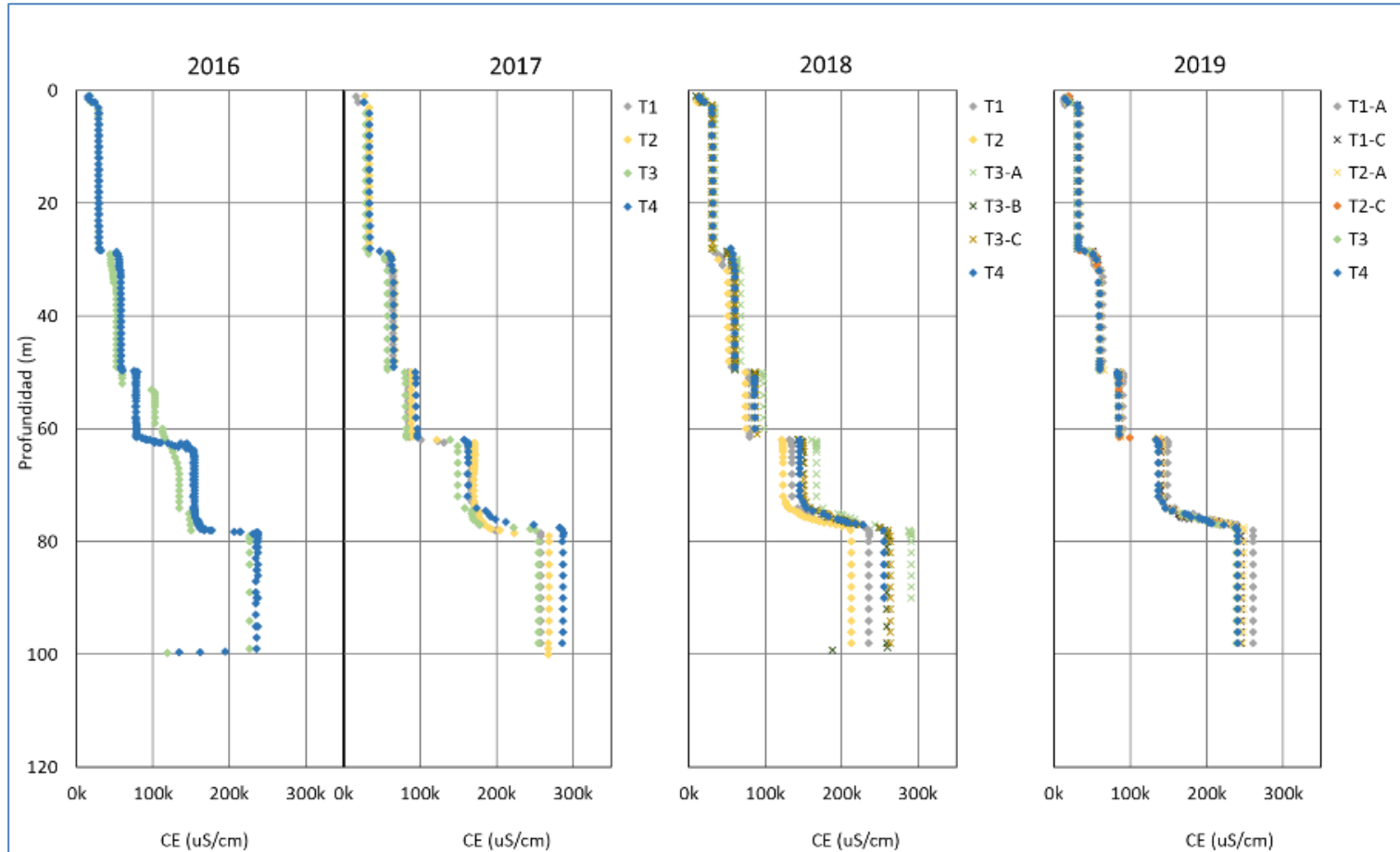
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-91 Perfiles de C.E. en el punto PP-01, 2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-92 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-01, 2016-2019



Fuente: Elaboración propia.

Punto PP-02

En la Figura 5-93 se muestran los resultados del 2019 para el punto PP-02, la Interfase Salina se encuentra alrededor de 70 m de profundidad, donde los valores de conductividad son superiores a los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la Figura 5-94, se presentan los registros históricos desde 2016 a 2019. Cabe señalar que este punto fue instalado a fines del año 2016.

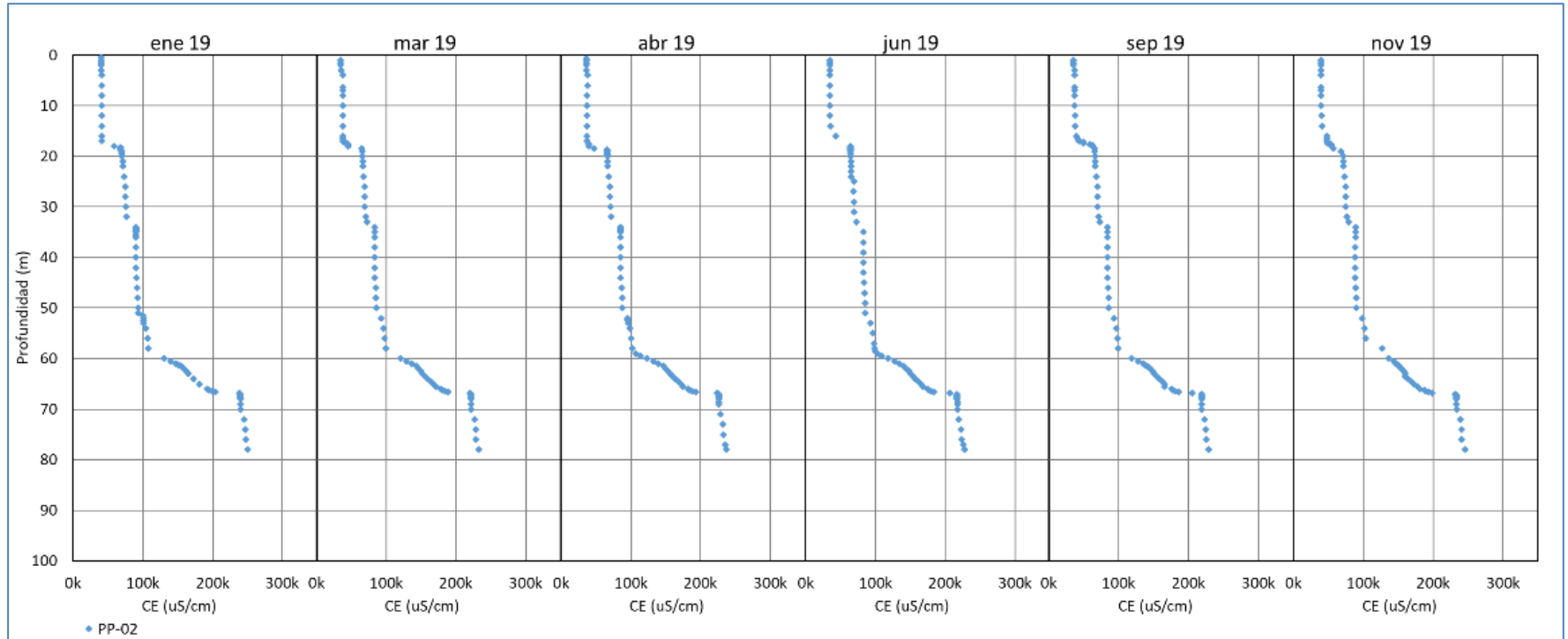
Al comparar los registros históricos, se observa que la zona de cambio de la CE se produce entre los 20 m. a los 70 m. y que ésta se ha mantenido a lo largo de los años.

Punto PP-03

Los resultados de las campañas realizadas en el 2019 para el punto PP-03 se muestran en la Figura 5-95, donde observa que la Interfase Salina se presenta a partir de los 90 hasta los 110 m de profundidad, aproximadamente. Este punto fue instalado en agosto de 2016 por lo tanto no se cuenta con registros anteriores a esa fecha. La Figura 5-96 muestra que en el período 2016 - 2019 la posición de la Interfase Salina no presenta cambios significativos.

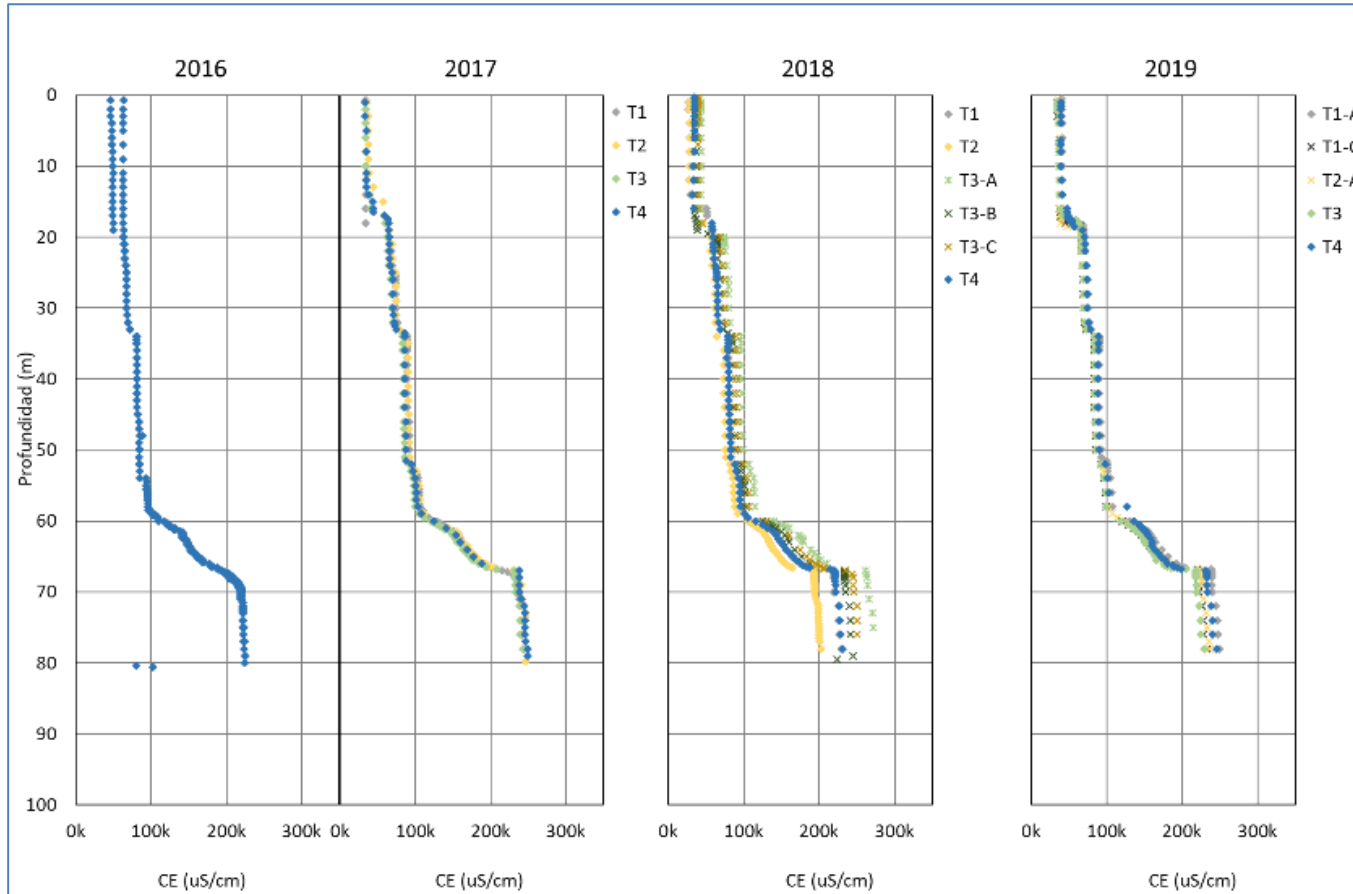
En resumen, la Interfase Salina en el sector Peine, al igual que el sector La Punta – La Brava, se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos donde se realiza la medición se alejan del sector Núcleo. Además, los registros históricos de los puntos muestran que la posición de la Interfase Salina no ha variado durante el año 2019 respecto a los años anteriores.

Figura 5-93 Perfiles de C.E. en el punto PP-02, 2019



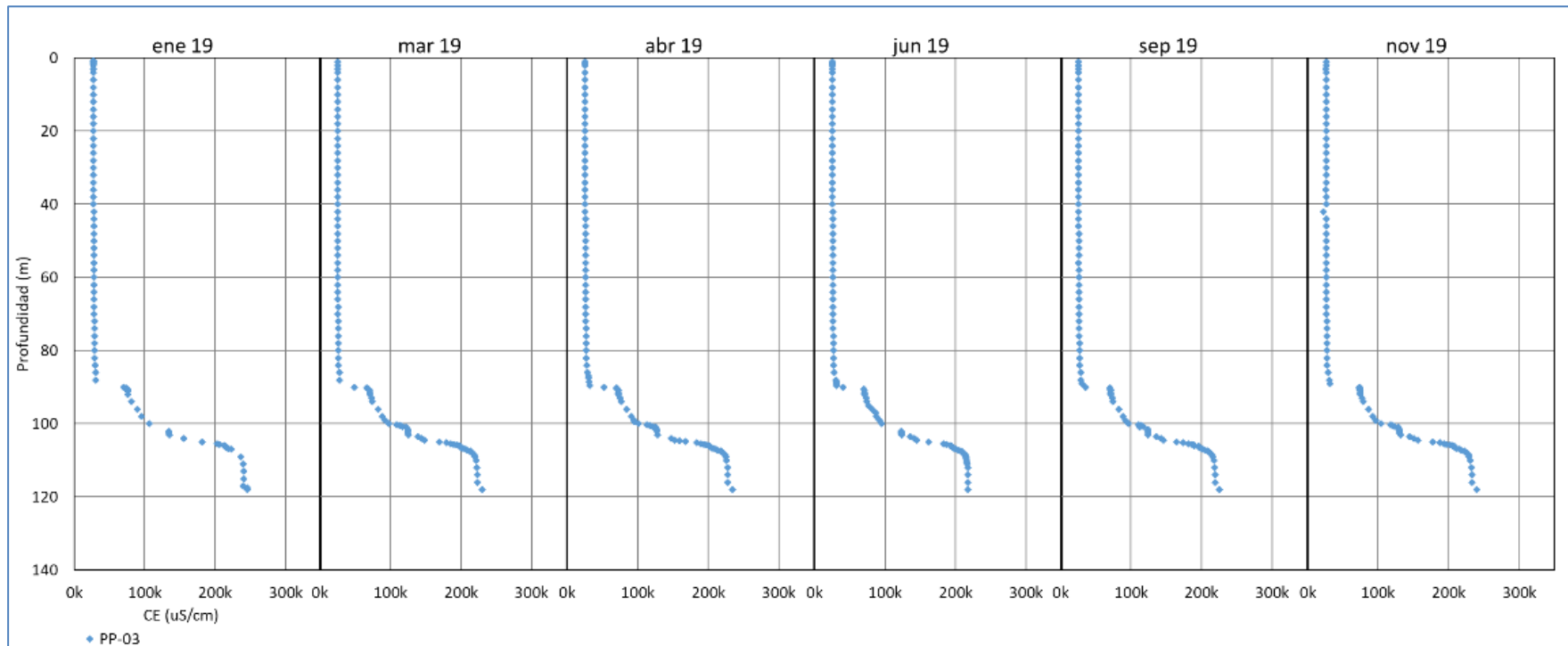
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-94 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-02, 2016-2019



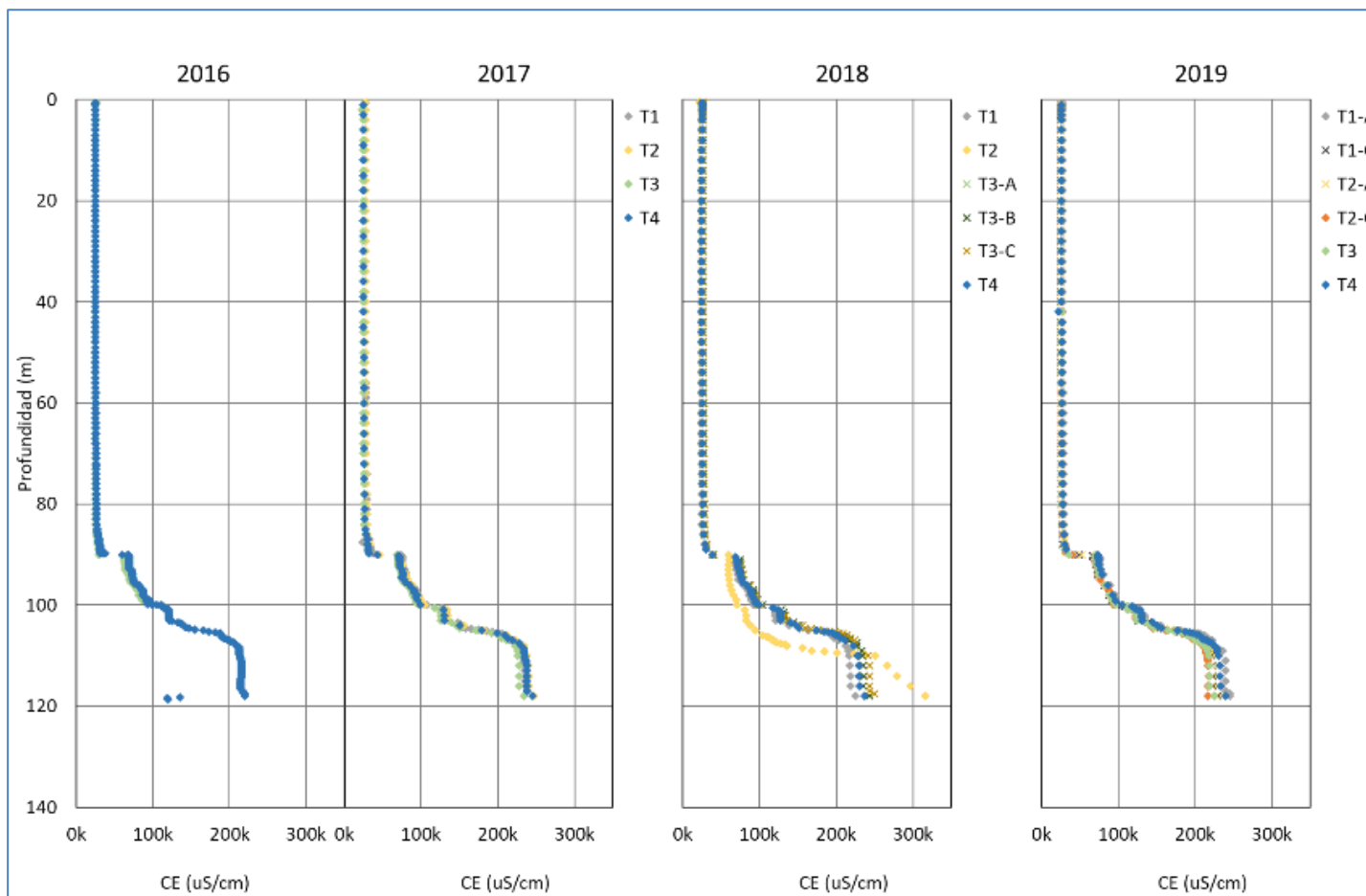
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-95 Perfiles de C.E. en el punto PP-03, 2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-96 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-03, 2016-2019

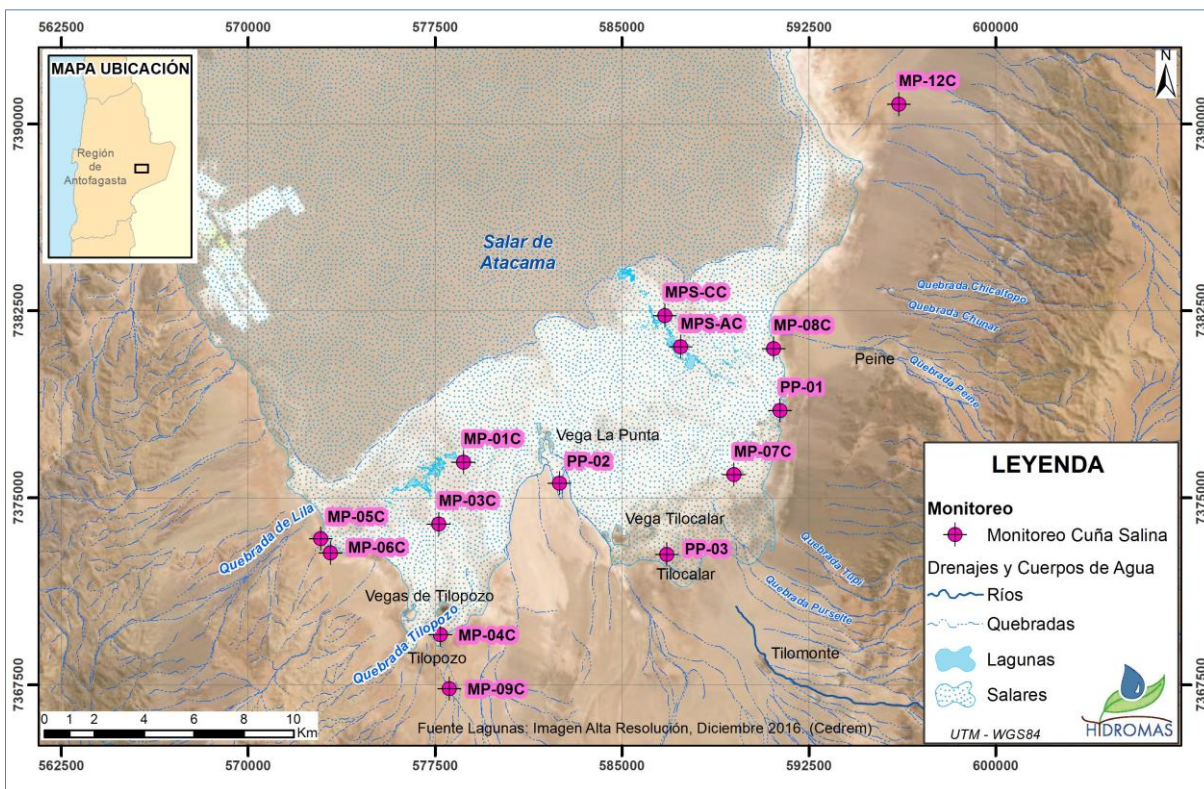


Fuente: Elaboración propia.

5.7.3 Sector Norte y Borde Este

En la Figura 5-97 se muestra la ubicación relativa del punto que mide la Interfase Salina en este Sector, y que corresponde al punto MP-12C. Se muestran también los demás puntos de medición en Peine y La Brava sólo para referencia de ubicación.

Figura 5-97 Mapa Ubicación Puntos de medición de Posición Interfase Salina en Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5-45 se muestran los registros de profundidad, conductividad eléctrica (C.E.) y la temperatura obtenidos durante las campañas realizadas en el año 2019.

Tabla 5-45 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C. Campañas de Enero a Abril 2019

MP-12C											
Fecha Campaña											
22/01/2019			13/02/2019			18/03/2019			18/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
9,6	7.778	22,88	10,0	7.607	22,98	10,2	8.535	22,56	9,6	8.540	22,66
9,8	7.822	22,89	10,8	7.683	22,67	10,5	8.568	22,57	10,0	8.518	22,55
10,0	8.006	22,8	11,0	7.915	22,64	11,0	8.920	22,59	11,0	8.849	22,58
10,2	8.157	22,76	12,0	8.187	22,63	12,0	9.281	22,63	12,0	9.286	22,6
10,4	8.517	22,72	14,0	10.140	22,71	14,0	9.828	22,72	13,0	9.751	22,63
10,6	8.765	22,69	16,0	10.270	22,75	16,0	9.827	22,74	14,0	9.892	22,66
10,8	9.042	22,67	18,0	10.270	22,77	18,0	9.824	22,77	15,0	9.937	22,71
11,0	9.291	22,67	20,0	10.270	22,78	20,0	9.847	22,81	16,0	9.939	22,72
11,5	9.690	22,68	22,0	18.090	22,85	22,0	17.790	22,86	17,0	9.940	22,73
12,0	10.170	22,65	22,2	18.210	22,85	22,5	17.930	22,88	18,0	9.970	22,76
13,0	10.970	22,68	22,4	18.250	22,85	23,0	18.840	22,88	19,0	10.060	22,78
14,0	11.260	22,7	22,6	18.250	22,86	24,0	21.860	22,90	19,5	10.190	22,79
16,0	11.640	22,75	22,8	18.270	22,86	25,0	24.810	22,92	20,0	10.330	22,8
18,0	12.020	22,79	23,0	18.270	22,87	26,0	27.540	22,94	20,5	13.130	22,81
20,0	12.210	22,82	23,5	19.590	22,88	27,0	30.320	22,97	21,0	15.640	22,82
22,0	20.280	22,87	24,0	21.750	22,89	28,0	31.780	22,99	21,2	16.720	22,83
24,0	25.430	22,9	25,0	24.540	22,91	30,0	34.000	23,03	21,5	17.590	22,83
26,0	31.440	22,94	26,0	26.670	22,92	32,0	35.910	23,07	22,0	18.860	22,84
28,0	36.080	22,98	28,0	31.310	22,97	34,0	45.870	23,11	22,5	18.870	22,85
30,0	39.210	23,03	30,0	34.110	23,01	35,0	47.300	23,14	23,0	19.770	22,86
32,0	41.800	23,07	32,0	35.170	23,06	36,0	51.140	23,15	23,5	21.140	22,87
34,0	53.120	23,11	34,0	45.990	23,10	37,0	53.850	23,18	24,0	22.640	22,88
36,0	59.470	23,16	35,0	47.710	23,12	38,0	58.320	23,21	25,0	25.260	22,89
38,0	69.710	23,2	36,0	51.380	23,14	39,0	64.560	23,23	26,0	27.400	22,92
40,0	77.260	23,25	38,0	59.590	23,19	40,0	69.580	23,24	27,0	29.670	22,94
42,0	78.970	23,29	40,0	66.840	23,24	42,0	70.920	23,30	28,0	30.860	22,96
44,0	79.740	23,36	42,0	66.870	23,23	44,0	72.000	23,35	29,0	31.740	22,98
46,0	82.480	23,4	44,0	69.050	23,34	46,0	73.920	23,40	30,0	33.470	23,01
48,0	86.480	23,46	46,0	71.430	23,39	48,0	77.410	23,46	32,0	35.740	23,04
50,0	91.710	23,51	48,0	74.990	23,44	50,0	83.760	23,52	34,0	43.470	23,09
51,0	93.180	23,54	50,0	79.310	23,49	52,0	85.820	23,56	35,0	45.900	23,11
52,0	94.630	23,56	51,0	80.400	23,52	54,0	97.790	23,61	36,0	48.800	23,13
53,0	96.040	23,59	52,0	81.700	23,54	56,0	120.100	23,67	37,0	51.970	23,15
54,0	110.100	23,61	53,0	83.100	23,56	57,0	127.500	23,69	38,0	56.970	23,18
54,5	116.900	23,63	54,0	94.590	23,60	58,0	133.700	23,71	39,0	62.890	23,2
55,0	121.600	23,64	55,0	104.800	23,63	59,0	141.200	23,75	40,0	67.130	23,22
55,5	128.200	23,66	56,0	114.100	23,65	60,0	152.600	23,77	42,0	68.270	23,27
56,0	132.400	23,67	57,0	121.200	23,67	60,5	161.800	23,79	44,0	69.210	23,33
56,5	137.200	23,68	58,0	127.000	23,70	61,0	166.300	23,80	46,0	71.150	23,38
57,0	140.800	23,69	59,0	133.300	23,73	61,5	171.000	23,82	48,0	74.590	23,44
57,5	144.100	23,7	60,0	150.500	23,76	62,0	173.900	23,83	50,0	80.190	23,49
58,0	147.200	23,72	61,0	157.800	23,79	62,5	177.100	23,85	52,0	83.110	23,53
58,5	151.000	23,73	62,0	164.700	23,82	63,0	181.100	23,87	54,0	95.100	23,59
59,0	154.500	23,75	63,0	171.800	23,85	63,2	182.900	23,87	54,5	101.500	23,6

MP-12C											
Fecha Campaña											
22/01/2019			13/02/2019			18/03/2019			18/04/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
59,5	160.600	23,77	64,0	179.700	23,87	63,4	184.700	23,88	55,0	105.500	23,61
60,0	174.600	23,78	65,0	187.100	23,90	63,6	186.600	23,88	55,5	110.500	23,63
60,2	176.600	23,79	65,5	192.300	23,92	63,8	188.300	23,89	56,0	115.200	23,64
60,4	177.800	23,79	66,0	196.600	23,92	64,0	194.000	23,90	57,0	122.500	23,65
60,6	179.000	23,8	66,5	199.000	23,94	64,2	191.500	23,90	58,0	129.200	23,69
60,8	181.200	23,81	66,6	199.600	23,94	64,4	193.000	23,90	59,0	136.000	23,72
61,0	183.600	23,81	66,8	200.500	23,95	64,6	194.300	23,90	60,0	152.700	23,74
61,2	186.200	23,82	67,0	201.100	23,95	64,8	195.300	23,91	60,5	155.900	23,76
61,4	188.100	23,83	67,2	201.800	23,95	65,0	196.900	23,92	61,0	160.400	23,77
61,6	189.200	23,83	67,4	202.700	23,97	65,2	198.600	23,95	61,5	164.400	23,79
61,8	190.500	23,83	67,6	203.700	23,97	65,4	200.500	23,92	62,0	167.200	23,81
62,0	191.700	23,84	67,8	204.400	23,98	65,6	202.900	23,93	62,5	170.400	23,83
62,2	193.100	23,84	68,0	205.100	23,99	65,8	204.500	23,94	63,0	174.300	23,84
62,4	194.700	23,85	68,2	205.900	24,00	66,0	206.100	23,94	63,2	176.200	23,85
62,6	196.400	23,86	68,4	206.600	24,00	66,5	208.800	23,96	63,4	178.300	23,85
62,8	192.200	23,87	68,6	207.100	24,01	67,0	210.800	23,96	63,6	179.700	23,86
63,0	200.200	23,87	68,8	208.100	24,01	68,0	214.900	24,00	63,8	181.400	23,87
63,2	202.200	23,87	69,0	208.600	24,01	69,0	218.600	24,03	64,0	183.100	23,87
63,4	204.100	23,88	69,2	209.500	24,01	70,0	222.900	24,05	64,2	183.500	23,87
63,6	206.100	23,89	69,4	210.500	24,03	71,0	225.000	24,08	64,4	186.000	23,88
63,8	207.600	23,89	69,6	211.400	24,02	72,0	227.100	24,11	64,6	187.000	23,88
64,0	209.500	23,9	69,8	211.700	24,03	74,0	228.500	24,13	64,8	188.600	23,89
64,5	213.800	23,91	70,0	212.700	24,04	76,0	230.200	24,22	65,0	189.800	23,89
65,0	217.100	23,92	71,0	214.900	24,07	78,0	231.800	24,28	65,2	191.300	23,9
66,0	228.500	23,94	72,0	217.000	24,10	80,0	232.800	24,33	65,4	194.000	23,91
68,0	238.700	24	74,0	219.400	24,15	83,0	234.500	24,51	65,6	195.000	23,91
70,0	247.500	24,03	76,0	220.400	24,20	86,0	234.300	24,51	65,8	197.800	23,91
72,0	252.700	24,1	78,0	220.800	24,27	88,0	234.200	24,54	66,0	199.300	23,92
74,0	255.500	24,17	80,0	222.000	24,28				66,5	195.200	23,93
76,0	256.900	24,22	83,0	224.200	24,39				67,0	204.200	23,94
78,0	257.300	24,28	86,0	224.100	24,48				68,0	208.100	23,97
80,0	259.200	24,33							69,0	211.400	23,99
82,0	261.300	24,41							70,0	215.500	24,02
84,0	261.200	24,43							71,0	217.800	24,04
86,0	261.200	24,5							72,0	219.800	24,05
87,7	261.100	24,55							74,0	222.200	24,08
									76,0	223.300	24,2
									78,0	223.800	24,23
									80,0	225.200	24,25
									83,0	227.000	24,4
									86,0	227.200	24,44
									88,0	226.900	24,51

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-46 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C. Campañas Junio, Septiembre y Noviembre 2019

MP-12C								
Fecha Campaña								
13/06/2019			17/09/2019			14/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
10,0	8.553	22,72	10,2	7.907	22,65	10,2	8.512	22,70
10,5	8.626	22,63	10,5	7.933	22,65	10,5	8.515	22,71
11,0	9.024	22,62	11,0	8.362	22,65	11,0	8.697	22,72
12,0	9.496	22,63	12,0	8.867	22,66	12,0	9.094	22,69
13,0	10.180	22,66	14,0	9.842	22,68	14,0	10.150	22,70
14,0	10.420	22,68	16,0	9.984	22,75	16,0	10.350	22,76
16,0	10.660	22,75	18,0	10.040	22,78	18,0	10.360	22,77
18,0	10.780	22,78	20,0	10.250	22,82	20,0	10.530	22,82
20,0	11.080	22,82	22,0	18.630	22,86	22,0	19.710	22,86
22,0	19.490	22,86	22,5	18.670	22,87	22,5	20.080	22,87
22,5	19.680	22,87	23,0	19.510	22,89	23,0	20.870	22,89
23,0	20.250	22,88	24,0	22.600	22,90	24,0	24.390	22,91
24,0	23.230	22,90	25,0	25.220	22,93	25,0	27.260	22,93
25,0	26.140	22,92	26,0	27.620	22,94	26,0	30.060	22,95
26,0	28.380	22,94	27,0	30.050	22,97	27,0	32.710	22,97
27,0	31.020	22,96	28,0	31.530	22,99	28,0	34.540	22,99
28,0	32.450	22,99	30,0	34.250	23,03	30,0	37.910	23,04
30,0	35.060	23,03	32,0	36.590	23,07	32,0	40.650	23,08
32,0	37.310	23,07	34,0	45.540	23,11	34,0	50.360	23,12
34,0	46.090	23,11	35,0	47.350	23,13	35,0	52.910	23,14
34,5	46.470	23,12	36,0	51.320	23,16	36,0	56.660	23,16
35,0	48.060	23,13	37,0	54.780	23,18	37,0	60.990	23,18
35,5	50.040	23,15	38,0	68.130	23,21	38,0	67.060	23,23
36,0	51.370	23,15	39,0	65.320	23,23	39,0	72.770	23,25
37,0	55.110	23,18	40,0	68.940	23,25	40,0	76.650	23,25
38,0	60.540	23,20	42,0	69.980	23,30	42,0	77.920	23,30
40,0	69.960	23,24	44,0	71.390	23,35	44,0	79.600	23,36
42,0	70.000	23,29	46,0	74.020	23,41	46,0	82.520	23,41
44,0	72.000	23,35	48,0	78.040	23,46	48,0	86.750	23,46
46,0	74.290	23,41	50,0	83.400	23,51	50,0	92.770	23,51
48,0	78.340	23,46	52,0	86.100	23,56	52,0	96.080	23,56
50,0	84.160	23,51	54,0	99.470	23,61	54,0	111.500	23,61
50,5	84.800	23,52	56,0	119.300	23,66	56,0	133.800	23,67
51,0	85.500	23,53	57,0	127.300	23,69	57,0	143.900	23,69
51,5	86.140	23,55	58,0	134.200	23,71	58,0	151.500	23,72
52,0	86.780	23,56	59,0	141.700	23,74	59,0	160.300	23,75
52,5	87.080	23,57	60,0	157.900	23,77	60,0	178.300	23,78
53,0	87.630	23,58	60,5	161.100	23,79	60,5	186.400	23,81
53,5	87.780	23,60	61,0	165.100	23,80	61,0	188.200	23,82
54,0	99.800	23,61	61,5	169.900	23,82	61,5	192.600	23,83

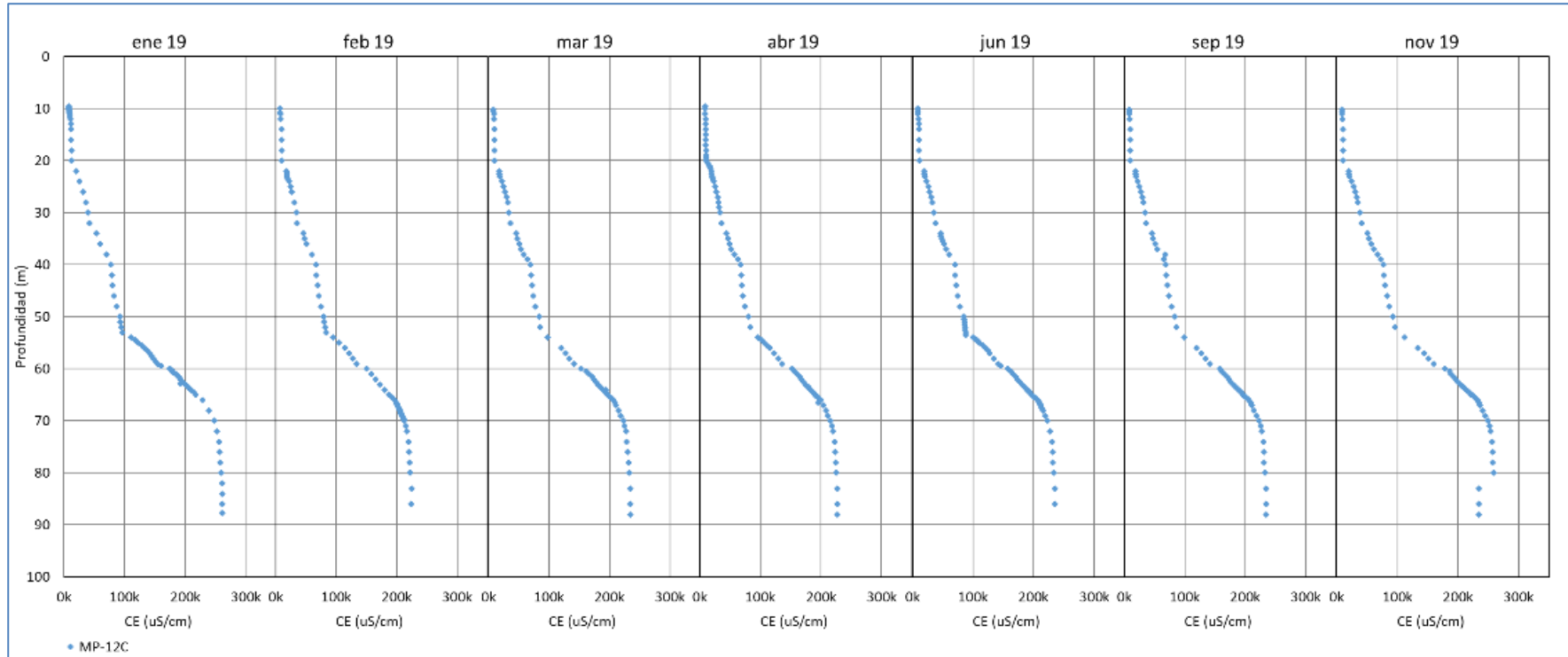
MP-12C								
Fecha Campaña								
13/06/2019			17/09/2019			14/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
54,2	102.100	23,62	62,0	172.700	23,84	62,0	195.800	23,84
54,4	104.200	23,62	62,5	176.000	23,86	62,5	199.400	23,85
54,6	106.900	23,63	63,0	180.100	23,87	63,0	204.100	23,87
54,8	108.400	23,64	63,2	181.800	23,88	63,2	205.900	23,88
55,0	109.900	23,65	63,4	183.900	23,88	63,4	208.100	23,89
55,5	115.400	23,66	63,6	185.600	23,89	63,6	210.200	23,89
56,0	120.100	23,67	63,8	187.400	23,89	63,8	212.000	23,89
56,5	124.300	23,68	64,0	188.900	23,89	64,0	213.600	23,90
57,0	127.400	23,69	64,2	190.300	23,90	64,2	215.400	23,90
58,0	133.800	23,71	64,4	192.100	23,90	64,4	217.400	23,90
59,0	141.200	23,74	64,6	193.500	23,91	64,6	218.800	23,91
59,5	145.600	23,76	64,8	194.800	23,91	64,8	220.100	23,91
60,0	156.900	23,77	65,0	196.000	23,92	65,0	221.500	23,92
60,5	161.800	23,79	65,2	197.900	23,92	65,2	224.700	23,92
61,0	165.900	23,81	65,4	199.800	23,93	65,4	226.200	23,93
61,5	170.400	23,84	65,6	202.200	23,94	65,6	228.200	23,94
62,0	173.100	23,83	65,8	204.200	23,93	65,8	230.200	23,94
62,5	176.700	23,85	66,0	205.400	23,95	66,0	231.800	23,95
63,0	180.700	23,87	66,5	208.600	23,95	66,5	234.600	23,95
63,5	185.300	23,89	67,0	210.800	23,97	67,0	236.700	23,97
64,0	189.400	23,89	68,0	214.600	23,98	68,0	241.000	24,00
64,2	190.500	23,89	69,0	218.400	24,02	69,0	244.800	24,03
64,4	192.400	23,90	70,0	222.800	24,04	70,0	249.600	24,05
64,6	193.700	23,90	71,0	225.300	24,07	71,0	252.100	24,08
64,8	195.000	23,91	72,0	227.300	24,11	72,0	254.100	24,12
65,0	196.300	23,91	74,0	229.700	24,16	74,0	256.500	24,17
65,2	198.200	23,92	76,0	230.800	24,22	76,0	257.600	24,23
65,4	199.900	23,92	78,0	231.100	24,28	78,0	257.500	24,28
65,6	202.300	23,93	80,0	232.800	24,32	80,0	259.200	24,33
65,8	204.700	23,94	83,0	234.500	24,39	83,0	234.500	24,41
66,0	206.100	23,94	86,0	234.300	24,50	86,0	234.300	24,51
66,2	207.300	23,94	88,0	234.200	24,53	88,0	234.200	24,52
66,4	208.300	23,95						
66,6	209.200	23,96						
66,8	210.100	23,95						
67,0	211.100	23,97						
67,5	213.200	23,98						
68,0	215.300	23,99						
69,0	218.800	24,01						
70,0	222.800	24,04						
72,0	227.300	24,10						
74,0	230.100	24,16						
76,0	231.100	24,22						

MP-12C								
Fecha Campaña								
13/06/2019			17/09/2019			14/11/2019		
Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]	Prof. [m]	C.E. [uS/cm]	TEMP [°C]
78,0	231.600	24,28						
80,0	233.000	24,32						
83,0	235.000	24,41						
86,0	234.900	24,49						

Fuente: Elaboración propia.

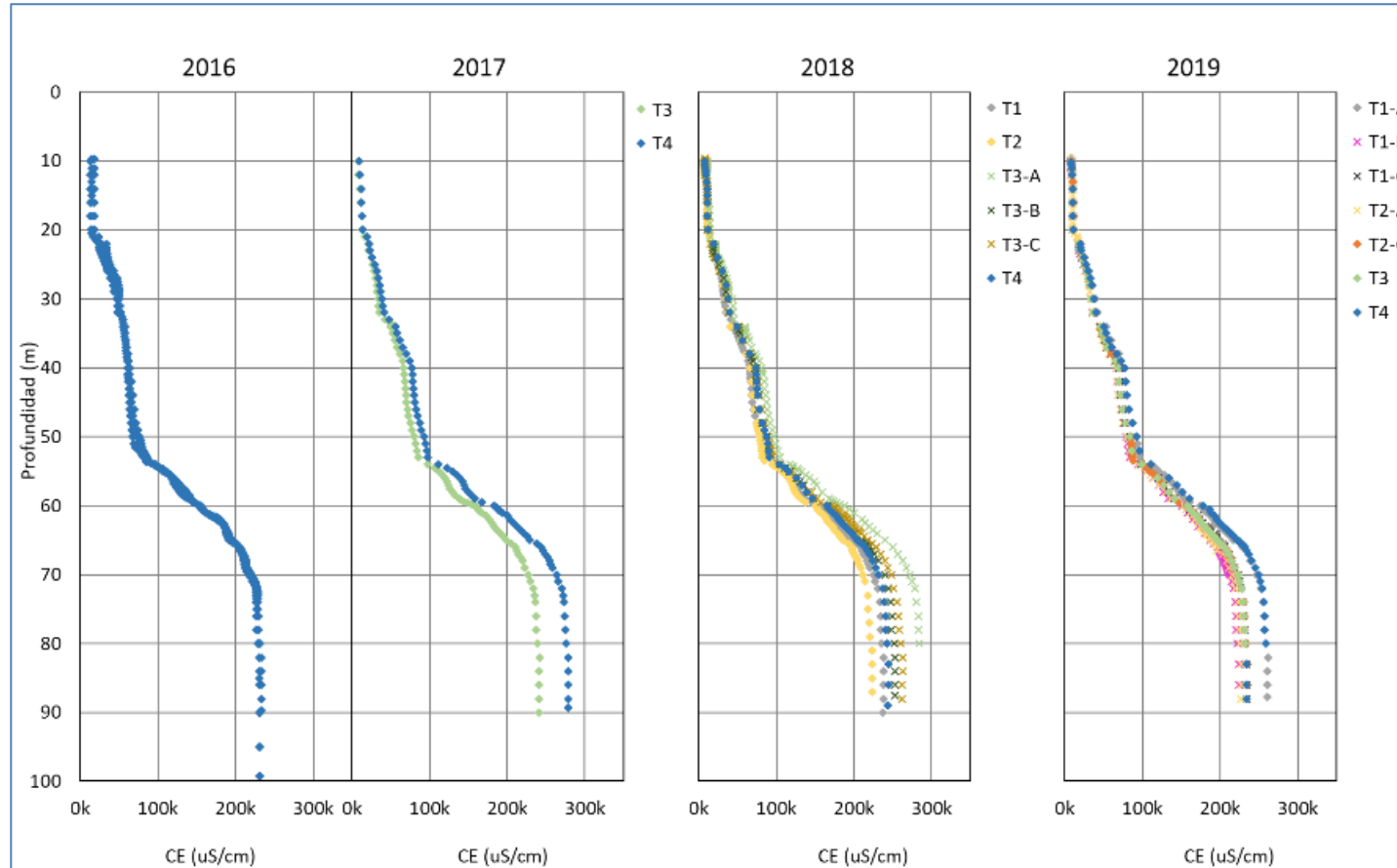
En la Figura 5-98 se observa para el año 2019 que la zona de Interfase Salina comienza a presentar los cambios desde los 50 m hasta los 70 m. determinado por valores de conductividad eléctrica que empiezan a incrementar de manera paulatina llegando a valores superiores a 200.000 $\mu\text{S/cm}$ alrededor de los 70 m de profundidad. En la Figura 5-99 se muestra la comparación entre los registros de los años 2016 al 2019 donde se aprecia que la Interfase Salina se ha mantenido en esta posición.

Figura 5-98 Perfiles de C.E. en el punto MP-12C, 2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-99 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-12C, 2016 - 2019



Fuente: Elaboración propia.

5.8 Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea

La descripción de los resultados de la calidad de las aguas en puntos del PSAH, se realiza en base al monitoreo comprometido de frecuencia trimestral, abordando su presentación por los sectores señalados en este documento. La ubicación de los puntos de monitoreo para cada sector se presentan en la Figura 5-100, Figura 5-142 y Figura 5-184.

Como se menciona en el Capítulo 4.3.8, la calidad de las aguas superficiales y subterráneas se obtiene a través de la medición de parámetros *in situ* y del muestreo de aguas para su análisis químico en laboratorio.

El total de puntos que se consideran como parte de esta variable son 40, incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos, todos los cuales se encuentran operativos. En la Tabla 4-6, Tabla 4-7 y Tabla 4-8 se presentan todos los puntos de monitoreos de calidad de agua para cada uno de los sectores.

Cabe señalar que, el compromiso de muestreo, medición y análisis de calidad físico-química de las aguas, como de todas las variables reportadas, comienza en la fase de operación, es decir, a partir de 28 de septiembre del 2016. Al respecto cabe indicar que Albemarle, mantuvo las campañas de calidad de aguas durante el periodo previo al inicio de la operación del Proyecto, con el sólo objetivo de dar continuidad a las mediciones que se venían realizando durante la tramitación del Proyecto.

En el Anexo H de este Informe se presentan todos los registros e información relacionada con la variable calidad de aguas, dentro de los cuales se encuentran todos los datos históricos de calidad química *in situ* y de laboratorio, los certificados e informes emitidos por la ETFA, respaldos de calibraciones, estabilizaciones de parámetros *in situ* y cadenas de custodia de las campañas que se han realizado, en el marco del Proyecto, durante 2019.

Además, en la sección 5.8.4 del presente capítulo, se presentan los resultados asociados a los pozos de extracción de agua dulce-salobre que tienen compromiso de análisis químico de aguas en el marco de la RCA N° 92/2000, siendo los elementos monitoreados: Calcio, Litio, Potasio, Magnesio, Sodio y Sulfato, reportados en unidades de ppm (partes por millón).

A continuación, se presentan los resultados de monitoreo de la calidad química de las aguas, que consideran mediciones, muestreos y análisis trimestrales realizados en los meses de enero, abril, julio y octubre del 2019. Sumado a lo anterior, durante los meses de febrero, marzo y abril se aumentó la frecuencia de monitoreo a mensual debido a la activación de la Fase I del PAT Sector alerta Norte, según se indica en el Capítulo 4.4 de este Informe.

Desde la Tabla 5-47 a la Tabla 5-52, se entregan los resultados y/o registros de las campañas del año 2019, indicando el nombre de cada punto, la fecha de muestreo y medición, los valores de los parámetros in situ y resultados de los parámetros analizados en laboratorio comprometidos en el PSAH. Luego de estas tablas, se presentan los resultados en gráficos, estadígrafos y gráficas de evolución temporal para cada uno de los parámetros por sector de análisis y por tipo de grupo de parámetros.

Respecto a lo anterior, se indica que para hacer uso de los registros en gráficos y estadígrafos de aquellos valores reportados como menores al límites de detección, se utilizó el valor de dicho límite.

Además, cabe destacar que los valores de concentración de Nitrato (NO_3) indicados en dichas tablas fueron calculados a partir de la concentración de $\text{NO}_3\text{-N}$, que es la unidad de reporte del laboratorio, utilizando la relación entre pesos moleculares (PM) para conversión:

$$[\text{NO}_3] = [\text{NO}_3 - \text{N}] \cdot \frac{\text{PM NO}_3}{\text{PM N}}$$

Se debe destacar también que los valores de concentración de bicarbonato (HCO_3) son reportados en miligramos de carbonato de calcio por litro ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$), desde el laboratorio. Por ello, es necesario calcular la concentración de HCO_3 expresada en miligramos por litro, para lo cual se utilizó la siguiente relación, considerando los pesos moleculares (PM):

$$\text{HCO}_3 \left[\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \text{HCO}_3 \left[\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \right] \cdot \frac{\text{PM HCO}_3}{\text{PM CaCO}_3/2}$$

Por otra parte, se tienen valores históricos de conductividad eléctrica $>300.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ (en particular, años 2014, 2015 y 2017), los cuales no se consideran válidos ya que son datos obtenidos a partir de muestras diluidas a los cuales se les aplica un factor de corrección lineal en función del número de diluciones, por lo que se determinó dejar estos registros en la base de datos como dato no utilizable para realizar el análisis histórico.

Relacionado con el párrafo precedente, es dable indicar que entre los parámetros de sólidos totales disueltos (SDT) y conductividad eléctrica (CE) existe siempre una buena correlación hasta valores en torno a $200.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad. El conjunto de puntos analizados históricamente en el Salar presenta una línea de tendencia según la siguiente relación $\text{TDS}=0,95*\text{CE}$ (ver sección 7.6.1 del Anexo 1 Adenda 5, que aprobó el Proyecto que da origen al presente PSAH). En cambio, en las muestras hipersalinas, por sobre $200.000 \mu\text{S}/\text{cm}$, la correlación directa entre ambos parámetros es nula, dado que la conductividad es afectada por la composición específica de iones presentes en el agua (Custodio y Llamas, 2001). En dichos ambientes, si bien, es posible determinar dos muestras con la misma

salinidad, la conductividad puede ser significativamente diferente, dado que las especies iónicas presentan niveles de conductancia específica diferentes.

Finalmente, se indica que en cuanto a las muestras que, por alguna razón no pudieron ser muestreadas, se simbolizan con N/A (“No analizada”). Las razones se indican para cada campaña bajo la tabla respectiva.

Tabla 5-47 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Enero 2019 (1/4)

			Anterepresa Tilomonte	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09
Punto			201902000452	201902000134	201903006603	201903006604	201902001195	N/A	N/A	201903006605	N/A	201903006606
Informe ETFA			516103-01	515459-01	515458-01	515461-01	515460-01	N/A	N/A	516131-01	N/A	516133-01
Código Analítico Laboratorio			11/01/2019	08/01/2019	08/01/2019	08/01/2019	08/01/2019	N/A	N/A	12/01/2019	N/A	12/01/2019
Fecha de Muestreo			9:50:00	12:26:00	11:53:00	15:07:00	14:30:00	N/A	N/A	11:47:00	N/A	13:46:00
Hora de Muestreo			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Laboratorio			Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Sector												
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	8,39	8,47	8,43	8,05	7,88	N/A	N/A	8,15	N/A	8,04
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	6.525	61.220	59.810	131.500	149.400	N/A	N/A	7.634	N/A	76.920
Temperatura	°C	0,01	16,15	20,66	22,05	23,97	31,10	N/A	N/A	19,92	N/A	27,25
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	3.265	30.600	29.900	65.680	74.800	N/A	N/A	3.768	N/A	38.470
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,42	4,02	5,26	1,59	0,93	N/A	N/A	0,63	N/A	1,11
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	8,29	8,35	8,33	7,98	7,88	N/A	N/A	8,03	N/A	7,93
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	6.050	52.400	52.100	129.100	145.700	N/A	N/A	97.800	N/A	111.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	4.160	42.200	36.767	92.133	84.680	N/A	N/A	46.733	N/A	51.200
Densidad	g/mL	0,90	1,01	1,03	1,03	1,01	1,01	N/A	N/A	1,04	N/A	1,04
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.551	21.863	24.802	51.109	59.132	N/A	N/A	26.547	N/A	32.415
Sulfatos	mg/L	1,00	646	3.499	3.383	6.672	8.113	N/A	N/A	3.001	N/A	3.671
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	255	655	647	831	792	N/A	N/A	279	N/A	232
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,89	5,31	1,33	1,33	0,44	N/A	N/A	0,44	N/A	0,44
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	320	373	346	706	873	N/A	N/A	1.095	N/A	1.292
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	173	970	902	2.516	2.310	N/A	N/A	1.368	N/A	1.378
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	768	11.866	12.500	29.480	36.420	N/A	N/A	14.978	N/A	12.454
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	74	1.902	1.807	4.554	3.006	N/A	N/A	2.096	N/A	1.759
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	3,57	7,31	7,37	12,60	12,30	N/A	N/A	15,60	N/A	19,50
Litio Disuelto	mg/L	0,003	4,67	132,00	124,00	354,00	426,00	N/A	N/A	144,00	N/A	145,00
Boro Disuelto	mg/L	0,002	12,6	119,0	116,0	235,0	276,0	N/A	N/A	83,1	N/A	80,6
Balance Iónico (%)			6,45	1,12	-3,19	4,93	4,77	N/A	N/A	5,87	N/A	-10,27
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	338	373	368	726	897	N/A	N/A	1.191	N/A	1.325
Magnesio Total	mg/L	0,2	183	974	962	2.666	2.658	N/A	N/A	1.470	N/A	1.421
Sodio Total	mg/L	0,2	781	12.452	12.540	29.480	36.480	N/A	N/A	15.104	N/A	14.122
Potasio Total	mg/L	0,2	75	1.928	1.911	4.916	4.500	N/A	N/A	2.202	N/A	2.030
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,585	0,217	0,202	0,286	0,322	N/A	N/A	0,567	N/A	0,719
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,073	4,810	4,220	9,430	10,200	N/A	N/A	0,960	N/A	2,170
Boro Total	mg/L	0,002	12,8	133,0	127,0	259,0	298,0	N/A	N/A	90,5	N/A	92,7
Estroncio Total	mg/L	0,001	3,69	8,29	7,85	13,40	14,00	N/A	N/A	15,60	N/A	19,60
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	N/A	N/A	<0,002	N/A	<0,002
Litio Total	mg/L	0,003	4,69	134,00	133,00	369,00	445,00	N/A	N/A	156,00	N/A	151,00
Silicio Total	mg/L	0,02	10,6	120,0	58,6	13,3	51,6	N/A	N/A	49,5	N/A	42,3

N/A : No analizada LM-05, LM-06, LM-08. No se pudo acceder por presencia de flamencos.

Tabla 5-47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Enero 2019 (2/4)

Punto	LM-10	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	BA-31 (ex LM-15)	LM-16	LM-17	MP-01A	MP-01B		
Informe ETFA	201902000349	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	201903006607	N/A	201903007301	201903006608		
Código Analítico Laboratorio	516134-01	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	515883-01	N/A	515454-01	515455-01		
Fecha de Muestreo	12/01/2019	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10/01/2019	N/A	08/01/2019	08/01/2019		
Hora de Muestreo	13:36:00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11:57:00	N/A	13:12:00	13:39:00		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,94	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7,03	N/A	7,51	6,28
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	96.510	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.271	N/A	26.950	240.600
Temperatura	°C	0,01	26,95	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20,54	N/A	19,12	17,30
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	48.310	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.140	N/A	12.960	122.600
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	1,15	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,90	N/A	2,69	0,56
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,91	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7,31	N/A	7,55	6,36
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	120.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.390	N/A	23.000	242.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	76.733	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.650	N/A	13.800	187.867
Densidad	g/mL	0,90	1,05	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,00	N/A	1,01	1,21
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	43.961	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	898	N/A	7.290	174.997
Sulfatos	mg/L	1,00	4.947	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	421	N/A	862	8.300
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	279	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	451	N/A	427	418
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,44	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,81	N/A	1,37	0,89
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	1.724	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	147	N/A	204	639
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	1.859	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	85	N/A	334	5.250
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	20.100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	629	N/A	4.255	70.450
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	3.017	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	88	N/A	630	11.445
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	22,60	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,71	N/A	7,79	4,48
Litio Disuelto	mg/L	0,003	200,00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8,17	N/A	44,30	929,00
Boro Disuelto	mg/L	0,002	107,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14,5	N/A	40,5	672,0
Balance Iónico (%)			-3,72	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8,46	N/A	5,40	-10,47
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	1.767	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	150	N/A	228	650
Magnesio Total	mg/L	0,2	1.911	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	87,6	N/A	365	5.260
Sodio Total	mg/L	0,2	22.360	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	639	N/A	4.332	70.650
Potasio Total	mg/L	0,2	3.098	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	88	N/A	656	11.455
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,635	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,461	N/A	0,195	1,180
Arsénico Total	mg/L	0,001	4,970	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,395	N/A	1,780	9,130
Boro Total	mg/L	0,002	112,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14,5	N/A	41,6	740,0
Estroncio Total	mg/L	0,001	25,30	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,86	N/A	8,13	4,48
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	<0,002	N/A	<0,002	0,526
Litio Total	mg/L	0,003	207,00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8,19	N/A	48,00	1.055,00
Silicio Total	mg/L	0,02	41,9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	52,9	N/A	42,6	33,7

N/A: No analizada LM-11, LM-12, LM-13, LM-14 y BA-31. Medición fue suspendida por Conaf hasta finalizar proceso reproductivo flamencos (marzo 2019). LM-17 se encontraba seco.

Tabla 5-47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Enero 2019 (3/4)

			MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A
Punto			201901010729	201903006609	201902000140	201902004592	201903006610	201902000220	201902000453	201902004761	201901010733	201902000456
Informe ETFA			201901010729	201903006609	201902000140	201902004592	201903006610	201902000220	201902000453	201902004761	201901010733	201902000456
Código Analítico Laboratorio			515456-01	515457-01	515877-01	515878-01	515881-01	515882-01	515879-01	515880-01	516100-01	516102-01
Fecha de Muestreo			08/01/2019	08/01/2019	10/01/2019	10/01/2019	10/01/2019	10/01/2019	10/01/2019	10/01/2019	11/01/2019	11/01/2019
Hora de Muestreo			16:36:00	18:00:00	11:13:00	11:33:00	13:48:00	14:15:00	12:39:00	13:06:00	13:26:00	14:55:00
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,51	7,39	7,11	6,18	7,39	6,74	7,18	6,47	7,31	7,18
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	8.752	32.750	5.185	250.300	23.170	260.700	28.480	245.900	12.830	8.216
Temperatura	°C	0,01	17,36	17,26	25,70	26,45	20,84	20,91	21,40	22,03	21,66	18,39
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	4.452	16.420	2.547	123.500	11.080	118.300	14.520	115.400	6.423	4.037
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	2,17	0,88	0,34	0,18	1,42	0,33	0,71	0,46	0,52	0,64
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,57	7,52	7,18	6,23	7,52	6,39	7,45	6,50	7,49	7,44
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	8.580	31.100	5.120	241.000	26.000	230.000	46.300	227.000	11.900	8.140
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	5.100	19.833	5.080	346.667	20.600	120.267	38.167	284.767	5.833	3.967
Densidad	g/mL	0,90	1,00	1,01	1,00	1,21	1,01	1,21	1,02	1,18	1,01	1,01
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	2.300	9.917	1.126	157.901	8.213	154.552	16.859	141.481	3.583	2.164
Sulfatos	mg/L	1,00	421	1.232	327	11.014	1.348	16.406	2.062	14.237	462	729
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	425	466	450	458	458	483	451	427	268	399
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,89	0,89	0,89	11,07	0,89	5,31	6,64	4,87	0,89	0,89
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	121	246	135	530	198	368	246	426	307	412
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	150	464	87	5.164	546	6.520	1.002	6.156	251	153
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	1.063	6.466	699	77.560	4.040	60.820	6.216	58.620	2.037	1.259
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	228	1.048	98	12.910	1.136	12.462	1.705	12.878	316	112
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	1,94	5,23	1,69	4,21	2,81	3,55	2,54	3,68	0,99	5,00
Litio Disuelto	mg/L	0,003	13,20	70,30	6,32	1.192,00	77,70	1.142,00	156,00	1.005,00	19,60	6,60
Boro Disuelto	mg/L	0,002	19,6	57,1	12,6	679,0	46,8	658,0	74,6	619,0	15,9	13,7
Balance Iónico (%)			-1,69	10,32	5,47	-1,81	3,07	-9,77	-7,51	-7,06	9,80	7,28
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	153	252	141	541	203	373	306	428	309	435
Magnesio Total	mg/L	0,2	154	464	89	6.506	552	6.936	1.028	7.754	255	158
Sodio Total	mg/L	0,2	1.304	6.542	709	79.080	4.808	65.460	7.812	73.140	2.112	1.292
Potasio Total	mg/L	0,2	233	1.054	102	16.988	1.143	13.632	2.003	16.374	322	124
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,141	0,204	0,510	0,982	0,505	0,901	1,230	3,530	0,526	5,240
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,623	1,530	0,390	4,400	0,655	0,625	0,358	0,475	0,172	0,292
Boro Total	mg/L	0,002	22,0	58,7	14,3	707,0	48,2	660,0	77,1	620,0	17,4	14,9
Estroncio Total	mg/L	0,001	2,08	5,23	1,84	6,07	3,47	3,55	2,55	3,71	1,10	5,85
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	1,480	<0,002	1,760	0,169	0,764	<0,002	3,140
Litio Total	mg/L	0,003	13,40	70,50	6,39	1.193,00	77,70	1.144,00	158,00	1.017,00	20,00	6,69
Silicio Total	mg/L	0,02	43,0	81,1	48,5	9,9	35,3	14,8	35,5	12,1	17,5	14,6

Tabla 5-47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Enero 2019 (4/4)

Punto			MP-09A	MP-12A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Quebrada Camar	Vertiente Peine
Informe ETFA			201902000139	20191010731	201902000454	201903006611	201903007308	201903006612	201902000133	201903006613	N/A	201902000455
Código Analítico Laboratorio			515876-01	515462-01	516135-01	516136-01	516137-01	516101-01	516099-01	516098-01	N/A	516105-01
Fecha de Muestreo			10/01/2019	08/01/2019	12/01/2019	12/01/2019	12/01/2019	11/01/2019	11/01/2019	11/01/2019	N/A	11/01/2019
Hora de Muestreo			10:13:00	9:45:00	10:30:00	10:53:00	13:02:00	14:15:00	12:16:00	11:05:00	N/A	13:25:00
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			Peine	Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,02	7,53	7,94	6,84	6,71	7,12	7,18	7,28	N/A	7,52
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	4.455	16.360	60.640	272.000	267.600	60.700	84.740	26.530	N/A	4.253
Temperatura	°C	0,01	23,80	23,26	20,09	16,91	18,58	21,54	22,54	25,31	N/A	24,51
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2.230	8.181	30.330	117.800	120.100	30.850	42.460	13.280	N/A	2.127
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,25	0,40	0,22	0,12	0,47	0,40	0,49	0,33	N/A	0,67
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,07	7,62	7,89	7,00	6,87	7,35	7,17	7,62	N/A	7,62
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	4.200	16.000	53.400	235.000	239.000	35.300	115.000	24.800	N/A	5.300
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	4.060	9.700	44.100	290.033	365.367	23.933	58.333	14.100	N/A	2.967
Densidad	g/mL	0,90	1,02	1,07	1,01	1,19	2,20	1,02	1,04	1,01	N/A	1,00
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.048	4.511	29.091	170.510	184.130	11.976	27.821	8.738	N/A	1.183
Sulfatos	mg/L	1,00	343	459	4.161	7.718	10.278	1.358	1.848	539	N/A	655
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	433	251	172	488	488	403	218	209	N/A	153
Nitrato ²	mg/L	<0,89	12,89	0,89	0,44	0,44	1,33	3,10	2,21	0,89	N/A	8,95
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	140	147	1.470	827	398	429	568	285	N/A	317
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	82	221	1.156	6.042	8.330	649	1.264	398	N/A	91
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	622	2.454	11.980	81.600	82.220	5.204	12.372	3.616	N/A	521
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	82	488	1.860	10.682	19.590	1.308	2.104	778	N/A	33
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	1,89	4,74	18,80	16,30	1,30	8,61	9,26	1,37	N/A	3,51
Litio Disuelto	mg/L	0,003	4,93	27,70	123,00	1.566,00	2.943,00	90,60	231,00	53,60	N/A	0,67
Boro Disuelto	mg/L	0,002	12,6	12,7	70,6	338,0	309,0	46,4	111,0	28,9	N/A	8,5
Balance Iónico (%)			3,51	3,96	-7,96	-3,02	-1,09	-1,57	-2,30	-4,16	N/A	-0,25
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	146	148	1.513	877	410	450	577	301	N/A	331
Magnesio Total	mg/L	0,2	87	222	1.169	6.238	8.994	680	1.285	420	N/A	95
Sodio Total	mg/L	0,2	640	2.642	12.180	83.450	88.680	5.382	13.604	4.352	N/A	554
Potasio Total	mg/L	0,2	86	499	1.902	11.128	21.120	1.366	2.350	815	N/A	33
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,495	0,152	0,640	2,890	0,967	0,748	0,765	0,516	N/A	0,536
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,420	0,020	1,200	3,150	2,710	0,330	1,530	0,440	N/A	0,076
Boro Total	mg/L	0,002	12,7	13,1	75,5	338,0	310,0	47,3	112,0	32,2	N/A	8,6
Estroncio Total	mg/L	0,001	1,90	4,96	19,10	16,30	3,39	8,65	9,75	1,39	N/A	3,56
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,079	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	N/A	<0,002
Litio Total	mg/L	0,003	5,17	28,20	123,00	1.583,00	2.952,00	94,40	231,00	56,40	N/A	0,73
Silicio Total	mg/L	0,02	50,8	36,3	19,1	4,0	5,5	47,3	112,0	32,2	N/A	9,2

N/A: No analizada Quebrada Camar. No se tuvo acceso al punto por no autorización de la comunidad de Camar.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-48 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Febrero 2019 (1/4)

Punto	Anterepresa Tilomonte	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09		
Informe ETFA	201905005164	201905002988	201905006006	201904002856	201904003109	N/A	N/A	201904003107	201905006007	201905006008		
Código Analítico Laboratorio	525742-01	525529-01	525530-01	525531-01	525532-01	525124-01	525125-01	525130-01	525129-01	525128-01		
Fecha de Muestreo	21-02-2019	20-02-2019	20-02-2019	20-02-2019	20-02-2019	19-02-2019	19-02-2019	19-02-2019	19-02-2019	19-02-2019		
Hora de Muestreo	10:20:00	11:00:00	10:53:00	14:00:00	13:40:00	N/A	N/A	16:10:00	16:42	15:20:00		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial		
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	8,45	8,20	8,11	8,24	8,16	N/A	N/A	8,15	8,20	7,65
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	5.901	95.160	93.600	100.500	111.200	N/A	N/A	93.400	85.120	143.300
Temperatura	°C	0,01	16,3	19,54	18,75	24,2	26,4	N/A	N/A	29,4	28,4	28,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2.949	47.600	46.830	50.270	55.630	N/A	N/A	46.750	42.560	71.690
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,05	1,32	0,12	1,13	1,13	N/A	N/A	0,29	0,15	0,56
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	8,33	8,02	8,05	8,14	8,11	N/A	N/A	7,94	7,98	7,46
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	5.980	94.900	93.700	100.000	110.700	N/A	N/A	91.300	83.200	139.500
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	3.967	48.200	46.067	63.400	72.000	N/A	N/A	77.133	65.600	121.367
Densidad	g/mL	0,9	0,98	1,05	1,046	1,052	1,059	N/A	N/A	1,04	1,04	1,07
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.523	31.178	27.638	31.084	41.812	N/A	N/A	26.583	28.512	48.410
Sulfatos	mg/L	1,00	561	5.649	6.211	8.277	9.389	N/A	N/A	4.573	4.091	5.935
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	294	427	464	580	604	N/A	N/A	309	284	261
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,44	4,87	3,99	3,99	4,87	N/A	N/A	1,33	0,89	3,10
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	254	1.113	1.044	916	842	N/A	N/A	1.184	1.176	1.624
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	115	1.178	1.108	1.518	1.485	N/A	N/A	1.245	1.256	1.843
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	611	21.840	19.620	15.227	25.820	N/A	N/A	16.040	13.640	23.280
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	49,7	2.371	2.405	2.970	2.741	N/A	N/A	2.049	1.560	2.188
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	2,39	14,20	16,00	16,00	17,50	N/A	N/A	20,50	18,30	29,20
Litio Disuelto	mg/L	0,003	1,420	123,0	120,0	139	153	N/A	N/A	108,0	101,0	132,0
Boro Disuelto	mg/L	0,002	8,81	149,0	144,0	194	214	N/A	N/A	80,5	75,4	121,0
Balance Iónico (%)			-5,98	9,86	9,85	-3,65	2,0	N/A	N/A	5,60	-3,59	-4,82
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	299	1.190	1.102	924	1.060	N/A	N/A	1.228	1.235	1.632
Magnesio Total	mg/L	0,2	134	1.248	1.171	1.533	1.834	N/A	N/A	1.295	1.320	1.851
Sodio Total	mg/L	0,2	727	22.000	20.150	16.030	26.460	N/A	N/A	16.570	13.756	25.060
Potasio Total	mg/L	0,2	59,9	2.407	2.450	3.013	3.287	N/A	N/A	2.132	1.590	2.368
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	N/A	N/A	<0,010	<0,010	<0,010
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,128	8,700	8,80	10,500	11,900	N/A	N/A	1,610	1,380	10,80
Boro Total	mg/L	0,002	8,89	150,0	152,0	199	219	N/A	N/A	83,9	79,0	125,0
Estroncio Total	mg/L	0,001	2,44	14,50	17,10	16,60	17,60	N/A	N/A	21,30	18,70	30,1
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	0,088	0,009	<0,002	<0,002	N/A	N/A	<0,002	<0,002	<0,002
Litio Total	mg/L	0,003	1,50	123,0	126,0	142	153	N/A	N/A	111,0	106,0	134,0
Silicio Total	mg/L	0,02	32,6	39,9	40,3	39,90	42,8	N/A	N/A	36,0	36,3	31,7

N/A: No analizada LM-05 y LM-06. Punto no se monitorea por presencia de flamencos.

Tabla 5-48 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Febrero 2019 (2/4)

Punto			LM-10	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	BA-31 (ex LM-15)	LM-16	LM-17	MP-01A	MP-01B
Informe ETFA			201903006389	201903006838	201903007644	201905005176	201905005178	201905005179	201905006060	N/A	201904003111	201904009109
Código Analítico Laboratorio			525127-01	525918-01	525919-01	525920-01	525921-01	525922-01	525985-01	525743-01	525535-01	525536-01
Fecha de Muestreo			19-02-2019	22-02-2019	22-02-2019	22-02-2019	22-02-2019	22-02-2019	23-02-2019	21-02-2019	20-02-2019	20-02-2019
Hora de Muestreo			14:30	12:35:00	11:00:00	13:55:00	14:50:00	11:45:00	10:45:00	18:00:00	12:10:00	15:45:00
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			Peine	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,51	7,77	7,86	7,39	8,03	7,31	7,09	N/A	7,46	6,35
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	152.800	207.500	158.700	232.000	145.700	204.500	4.335	N/A	22.960	280.300
Temperatura	°C	0,01	28,1	24,5	23,0	32,0	29,7	23,3	25,5	N/A	17,1	20,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	76.380	107.400	79.420	120.600	72.780	108.700	2.170	N/A	11.400	123.100
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,30	0,53	0,78	0,01	0,02	0,45	1,14	N/A	1,03	0,02
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,35	7,60	7,83	7,44	7,95	7,30	7,15	N/A	7,52	6,40
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	150.200	215.000	159.900	239.000	148.000	220.000	4.340	N/A	23.100	247.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	134.167	185.330	121.033	236.067	95.000	186.033	2.950	N/A	13.300	192.500
Densidad	g/mL	0,9	1,07	1,145	1,193	1,189	1,181	1,155	1,001	N/A	1,008	1,185
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	51.022	90.078	52.211	125.862	48.513	111.590	986	N/A	6.685	162.750
Sulfatos	mg/L	1,00	6.536	16.386	12.113	16.629	9.026	17.378	393	N/A	951	7.322
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	215	732	614	703	519	655	422	N/A	459	443
Nitrato ²	mg/L	<0,89	3,1	5,31	2,66	9,30	3,54	10,63	6,2	N/A	0,44	0,44
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	1.736	1.150	989	698	757	527	111	N/A	218	626
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	1.566	4.720	3.692	6.015	3.292	5.002	76,1	N/A	313	6.112
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	26.920	63.112	24.760	88.665	21.480	44.980	528	N/A	4.172	95.600
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	2.382	8.420	6.192	14.015	5.585	8.046	72,0	N/A	609	14.160
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	32,30	15,0	14,0	8,64	4,72	12,3	1,38	N/A	5,42	14,60
Litio Disuelto	mg/L	0,003	144	152	450	865	111	171	7,10	N/A	41,8	348
Boro Disuelto	mg/L	0,002	134,0	161	136	160	106,0	365	11,6	N/A	36,8	515
Balance Iónico (%)			-2,31	9,14	-1,22	11,46	-4,40	-12,66	-2,49	N/A	7,38	5,03
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	1.780	1.262	990	898	825	544	116	N/A	234	660
Magnesio Total	mg/L	0,2	1.731	4.842	3.818	6.196	3.319	6.328	79,8	N/A	323	6.505
Sodio Total	mg/L	0,2	30.660	64.500	24.820	89.620	22.880	55.660	586	N/A	4.209	96.100
Potasio Total	mg/L	0,2	2.780	8.595	6.357	14.265	5.646	9.040	81,4	N/A	612	15.120
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,065	<0,010	<0,010	<0,010	0,372	5,37	0,054	N/A	0,030	0,190
Arsénico Total	mg/L	0,001	12,900	5,40	2,800	7,80	3,55	4,65	0,485	N/A	0,87	13,900
Boro Total	mg/L	0,002	140,0	163	137	161	107,0	393	12,5	N/A	37,0	526
Estroncio Total	mg/L	0,001	33,3	15,5	14,7	8,91	4,73	16,0	1,56	N/A	5,62	14,60
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	0,131	<0,002	<0,002	2,200	<0,002	N/A	<0,002	0,064
Litio Total	mg/L	0,003	184,0	157	452	866	112	215	7,15	N/A	42,9	353
Silicio Total	mg/L	0,02	9,3	14,4	19,4	12,4	18,9	7,42	52,4	N/A	42,1	11,20

N/A: No analizada LM-17. Sin acceso al punto por camino en mal estado debido a lluvias de febrero 2019.

Tabla 5-48 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Febrero 2019 (3/4)

Punto			MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A
Informe ETFA			201903004844	201904009108	201904009113	201904003119	201903006219	201904003120	201904003121	201903006837	201904009083	N/A
Código Analítico Laboratorio			525534-01	525533-01	525979-01	525980-01	525981-01	525982-01	525983-01	525984-01	525747-01	525748-01
Fecha de Muestreo			20-02-2019	20-02-2019	23-02-2019	23-02-2019	23-02-2019	23-02-2019	23-02-2019	23-02-2019	21-02-2019	21-02-2019
Hora de Muestreo			16:38:00	17:00:00	10:10:00	11:30:00	13:30:00	13:30:00	12:35:00	13:00:00	14:44:00	17:00:00
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,61	6,77	7,30	6,17	7,43	6,46	7,29	6,60	7,26	N/A
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	9.028	189.200	6.833	234.700	31.127	228.100	28.817	214.200	13.750	N/A
Temperatura	°C	0,01	17,4	17,1	25,8	26,2	23,4	21,2	22,0	21,9	22,3	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	4.380	96.490	3.497	126.200	15.230	120.200	14.890	114.000	6.810	N/A
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,09	0,02	1,10	0,20	0,83	0,21	1,03	0,28	1,73	N/A
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,55	6,85	7,42	6,17	7,29	6,59	7,80	6,54	7,39	N/A
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	8.900	192.000	6.250	244.000	30.200	243.000	34.600	238.000	13.750	N/A
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	5.480	152.633	3.630	294.500	19.800	157.967	21.267	185.300	8.033	N/A
Densidad	g/mL	0,9	1,003	1,112	1,001	1,21	1,112	1,205	1,113	1,183	1,004	N/A
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	2.350	80.013	1.497	157.901	9.386	134.058	9.914	148.048	4.344	N/A
Sulfatos	mg/L	1,00	574	8.150	424	11.805	1.334	18.246	1.844	15.789	657	N/A
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	471	359	432	240	427	481	404	420	277	N/A
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,44	0,89	2,66	8,86	8,41	4,87	3,54	3,10	5,76	N/A
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	146	1.778	158	507	279	328	231	469	250	N/A
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	144	6.120	108	6.720	497	7.502	646	8.325	209	N/A
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	1.274	44.040	935	104.956	5.220	88.350	6.142	79.100	1.713	N/A
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	209	9.020	139	17.220	940	16.720	1.328	17.030	266	N/A
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	1,62	35,7	1,50	4,25	3,68	3,07	1,87	1,95	2,51	N/A
Litio Disuelto	mg/L	0,003	13,9	340	10,4	821	67,0	951	111	774	21,6	N/A
Boro Disuelto	mg/L	0,002	16,3	322	15,4	495	39,4	496	54,1	457	14,0	N/A
Balance Iónico (%)			0,34	8,45	6,95	10,83	4,36	10,86	10,05	3,39	-8,75	N/A
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	148	1.778	180	512	294	333	232	565	285	N/A
Magnesio Total	mg/L	0,2	145	6.120	112	7.161	535	7.640	656	8.471	235	N/A
Sodio Total	mg/L	0,2	1.289	44.480	944	107.162	5.582	90.210	6.404	80.625	1.947	N/A
Potasio Total	mg/L	0,2	212	9.245	140	18.520	1.040	16.820	1.340	17.296	293	N/A
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0,010	0,055	4,800	0,209	0,069	0,098	38,100	42,400	<0,010	N/A
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,650	0,270	0,470	0,350	0,770	1,660	1,050	0,15	0,208	N/A
Boro Total	mg/L	0,002	17,0	322	15,6	499	39,9	496	54,4	458	14,2	N/A
Estroncio Total	mg/L	0,001	1,76	35,8	1,52	4,25	3,68	3,08	1,98	1,97	2,53	N/A
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	0,173	6,230	2,06	0,302	1,350	23,6	13,6	<0,002	N/A
Litio Total	mg/L	0,003	15,2	340	10,6	825	67,5	959	115	774	21,7	N/A
Silicio Total	mg/L	0,02	43,2	12,10	1,5	9,41	43,9	5,66	16,7	20,40	37,9	N/A

N/A: No analizada MP-08A, pozo en mal estado por intensas lluvias de febrero 2019.

Tabla 5-48 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Febrero 2019 (4/4)

Punto	MP-09A	MP-12A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Quebrada Camar	Vertiente Peine		
Informe ETFA	201905005996	201903005420	201904003104	201904009107	201903004086	201904003113	201904002857	201904003114	N/A	201905005183		
Código Analítico Laboratorio	525978-01	525923-01	525122-01	525123-01	525126-01	525744-01	525745-01	525746-01	525924-01	525741-01		
Fecha de Muestreo	23-02-2019	22-02-2019	19-02-2019	19-02-2019	19-02-2019	21-02-2019	21-02-2019	21-02-2019	22-02-2019	21-02-2019		
Hora de Muestreo	10:10:00	15:57:00	17:05	17:15:00	13:02:00	15:22:00	12:50:00	13:37:00	15:57:00	9:30:00		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,21	7,91	8,01	7,77	6,66	6,95	7,21	7,23	N/A	7,64
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	4.587	17.107	76.060	115.900	314.500	60.800	64.260	26.760	N/A	3.440
Temperatura	°C	0,01	22,2	25,0	20,8	19,7	20,0	22,0	22,6	26,1	N/A	24,1
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2.293	8.523	38.030	57.950	123.200	25.370	33.600	13.320	N/A	1.676
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,09	0,03	0,02	0,01	0,12	1,03	0,94	1,24	N/A	0,30
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,12	7,61	7,72	7,50	6,65	6,86	7,34	7,44	N/A	7,70
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	4.100	16.910	74.400	115.800	245.000	45.300	67.700	27.900	N/A	3.670
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	2.480	9.860	59.433	96.567	386.133	24.400	39.967	15.567	N/A	2.333
Densidad	g/mL	0,9	1,00	1,006	1,03	1,06	1,21	1,02	1,029	1,009	N/A	1,00
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	895	4.374	21.443	38.835	160.739	15.235	21.527	8.717	N/A	713
Sulfatos	mg/L	1,00	350	490	4.369	5.762	10.656	1.556	1.535	856	N/A	607
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	359	251	173	187	488	362	231	221	N/A	116
Nitrato ²	mg/L	<0,89	3,54	2,66	2,66	1,77	0,89	65,54	10,63	0,44	N/A	2,21
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	129	117	1.292	1.461	356	430	449	273	N/A	236
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	78,1	180	932	1.951	2.286	642	851	302	N/A	64,5
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	550	1.855	15.040	24.890	95.750	8.032	12.770	4.516	N/A	367
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	72,6	405	1.626	3.893	10.550	1.360	2.005	585	N/A	22,2
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	1,39	4,43	18,2	25,4	2,99	7,26	5,32	2,95	N/A	1,92
Litio Disuelto	mg/L	0,003	4,66	22,8	84,5	152	1.568	96,1	140,0	51,4	N/A	0,230
Boro Disuelto	mg/L	0,002	10,10	11,5	67,7	118	356	48,7	84,6	27,4	N/A	7,980
Balance Iónico (%)			4,61	-7,54	10,88	9,44	2,12	1,82	7,26	-0,39	N/A	1,78
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	158	121	1.302	1.483	373	450	459	283	N/A	253
Magnesio Total	mg/L	0,2	79,0	187	1.033	2.029	2.503	658	882	357	N/A	68,2
Sodio Total	mg/L	0,2	616	2.266	15.292	28.980	96.400	9.008	13.240	5.010	N/A	380
Potasio Total	mg/L	0,2	82,3	420	1.787	4.324	11.310	1.382	2.048	683	N/A	22,3
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,046	0,096	0,891	<0,010	0,052	<0,010	2,630	<0,010	N/A	0,112
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,045	0,172	1,660	1,390	8,800	0,465	14,200	0,520	N/A	0,076
Boro Total	mg/L	0,002	11,40	11,9	76,0	123	385	48,9	84,7	27,7	N/A	8,020
Estroncio Total	mg/L	0,001	1,58	5,08	20,5	26,2	3,14	7,28	5,41	2,96	N/A	2,03
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	0,368	<0,002	0,05	<0,002	62,300	<0,002	N/A	0,824
Litio Total	mg/L	0,003	5,16	28,2	94,7	156	1.605	96,5	140	51,6	N/A	0,54
Silicio Total	mg/L	0,02	49,3	33,6	21,9	16,70	3,35	35,1	15,5	31,9	N/A	31,9

N/A: No analizada Quebrada Camar. Sin acceso al punto por permiso de Comunidad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-49 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Marzo 2019 (1/4)

Punto	Anteempresa	BA-31 (ex-LM-15)	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09		
Informe ETFA	201905003002	201904001206	201905003306	201905003307	201905003011	201905003701	201904001038	201905003310	201905003671	201906001671		
Código Analítico Laboratorio	528858-01	529180-01	528853-01	528852-01	528863-01	528864-01	528172-01	528175-01	528174-01	528177-01		
Fecha de Muestreo	07-03-2019	09-03-2019	08-03-2019	08-03-2019	08-03-2019	08-03-2019	05-03-2019	05-03-2019	05-03-2019	05-03-2019		
Hora de Muestreo	10:25:00	11:20:00	11:30:00	11:05:00	14:45:00	14:45:00	12:03:00	13:24:00	13:00:00	15:09:00		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial		
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	8,46	7,39	8,20	8,18	8,18	8,02	8,34	8,27	8,28	7,81
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	6.351	204.500	94.000	92.750	127.500	158.000	70.800	88.650	73.290	121.300
Temperatura	°C	0,01	14,8	23,9	20,3	19,5	24,7	30,0	29,4	25,8	30,0	29,9
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	3.176	110.000	46.990	46.480	63.730	79.120	35.360	44.340	36.670	60.680
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	2,29	0,010	1,12	0,160	0,030	0,030	0,090	1,70	0,090	0,090
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	8,21	7,31	8,06	8,11	8,04	7,94	8,26	8,12	8,19	7,75
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	6.270	212.000	92.400	90.700	122.700	152.000	68.100	84.000	68.500	130.100
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	4.180	164.500	54.400	59.700	86.390	97.000	45.933	60.700	35.567	78.600
Densidad	g/mL	0,9	1,00	1,12	1,05	1,05	1,07	1,09	1,03	1,05	1,03	1,07
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.674	117.963	31.640	33.365	45.736	57.232	22.602	27.326	22.001	42.237
Sulfatos	mg/L	1,00	630	18.460	6.153	6.265	10.364	13.542	3.297	4.202	3.400	5.692
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	255	684	481	444	621	301	287	301	292	235
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,443	4,87	3,54	3,10	3,99	6,51	1,77	2,21	1,77	3,10
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	337	603	1.192	1.149	1.175	1.595	983	1.300	962	1.285
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	173	6.987	1.204	1.206	2.124	2.825	1.192	1.452	1.167	1.663
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	916	70.450	21.480	20.640	30.320	38.440	13.796	17.112	11.602	26.989
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	77,0	11.720	2.562	2.480	3.945	5.129	1.861	2.164	1.865	2.269
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	2,80	19,1	22,1	17,7	21,3	25,8	13,3	16,2	13,3	30,0
Litio Disuelto	mg/L	0,003	2,08	599	135	131	183	208	118	134	118	196
Boro Disuelto	mg/L	0,002	12,0	496	170	168	288	328	65,8	83,5	64,5	157
Balance Iónico (%)			8,59	6,00	8,79	4,68	7,49	8,02	7,79	8,73	2,54	6,85
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	354	617	1.323	1.171	1.178	1.620	1.100	1.312	1.002	1.303
Magnesio Total	mg/L	0,2	178	7.088	1.230	1.220	2.153	3.100	1.216	1.466	1.179	1.698
Sodio Total	mg/L	0,2	956	75.400	21.780	21.860	30.640	40.980	13.936	17.538	12.052	27.050
Potasio Total	mg/L	0,2	78,9	11.890	2.598	2.543	4.051	5.320	1.944	2.185	1.873	2.350
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0,010	16,5	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,053	7,70	6,05	5,80	8,9	12,6	0,980	1,25	0,970	12,1
Boro Total	mg/L	0,002	12,6	497	170	176	289	356	67,0	87,6	66,6	161
Estroncio Total	mg/L	0,001	3,22	26,5	23,6	17,8	21,4	28,8	13,4	17,7	13,6	34,8
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	6,97	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Litio Total	mg/L	0,003	2,11	600	136	132	183	225	120	151	121	199
Silicio Total	mg/L	0,02	38,7	18,6	50,0	49,0	45,6	48,7	39,9	41,8	39,8	37,3

Tabla 5-49 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Marzo 2019 (2/4)

Punto			LM-10	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Informe ETFA			201905003317	201903009917	201905003318	201905003319	201905003010	201904001185	201904001187	201905003005	201905003320	201904001189
Código Analítico Laboratorio			528176-01	529186-01	529185-01	529182-01	529181-01	528483-01	528855-01	528854-01	528856-01	528862-01
Fecha de Muestreo			05-03-2019	09-03-2019	09-03-2019	09-03-2019	09-03-2019	06-03-2019	08-03-2019	08-03-2019	08-03-2019	08-03-2019
Hora de Muestreo			14:50:00	11:55:00	10:30:00	14:12:00	13:24:00	13:34:00	12:09:00	12:40:00	13:55:00	14:15:00
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			Peine	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,66	7,83	7,96	6,79	8,13	7,35	7,57	6,36	7,65	6,70
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	135.700	198.900	153.400	216.500	150.300	4.880	26.980	239.100	8.979	204.700
Temperatura	°C	0,01	28,5	22,3	21,3	28,9	20,4	27,5	19,5	17,7	17,3	17,1
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	67.960	99.530	76.600	112.300	75.120	2.411	13.100	124.100	4.392	109.400
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,090	0,010	0,110	0,030	0,080	1,24	0,910	0,030	0,140	0,010
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,05	7,68	7,81	6,80	7,98	7,24	7,50	7,41	7,57	6,84
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	125.900	201.000	147.300	210.000	148.400	4.308	23.000	236.000	8.910	206.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	86.667	161.900	122.967	197.233	103.800	3.030	11.700	289.920	4.810	183.833
Densidad	g/mL	0,9	1,07	1,04	1,09	1,15	1,09	1,00	1,01	1,20	1,00	1,03
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	48.742	109.466	65.167	165.199	63.168	1.030	6.848	175.446	2.589	106.467
Sulfatos	mg/L	1,00	6.470	15.324	10.907	44.552	9.841	424	1.148	7.783	609	7.849
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	216	877	726	1.586	614	414	426	390	468	350
Nitrato ²	mg/L	<0,89	4,87	4,43	2,21	5,18	3,54	4,43	0,44	41,6	0,44	36,8
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	1.533	892	792	722	716	160	283	743	228	968
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	1.919	5.470	3.631	5.920	4.287	104	391,0	6.350	171	5.322
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	28.860	74.600	37.840	88.005	29.850	587	3.840	78.200	998	43.840
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	3.494	9.132	5.842	14.920	6.931	90,1	691	14.230	132	10.258
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	30,2	27,6	22,8	1,39	6,69	1,49	8,53	13,2	2,22	39,9
Litio Disuelto	mg/L	0,003	191	481	376	212	388	6,57	52,9	393	18,8	381
Boro Disuelto	mg/L	0,002	158	392	295	56,0	217	13,9	43,1	391	11,8	433
Balance Iónico (%)			4,41	9,70	4,49	-7,99	-0,35	4,82	5,68	-6,47	-8,75	-5,62
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	1.597	903	847	732	743	173	374	812	366	1.035
Magnesio Total	mg/L	0,2	1.986	5.588	3.644	6.036	4.378	108	397,0	6.530	174	5.416
Sodio Total	mg/L	0,2	32.020	75.750	39.560	88.650	31.660	600	4.050	79.000	1.086	44.440
Potasio Total	mg/L	0,2	3.596	9.668	6.302	15.030	7.053	97,6	696	14.650	179	10.820
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	0,400	0,053	<0,010
Arsénico Total	mg/L	0,001	14,2	3,30	1,77	16,4	3,85	0,470	0,610	0,043	0,370	0,480
Boro Total	mg/L	0,002	167	392	299	56,2	222	14,0	43,8	460	13,1	434
Estroncio Total	mg/L	0,001	31,1	27,6	22,9	1,40	6,93	1,50	8,58	15,2	2,38	40,0
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	0,1	0,2	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,2	<0,002	0,013
Litio Total	mg/L	0,003	191	481	378	212	393	6,58	53,3	432	18,8	383
Silicio Total	mg/L	0,02	39,0	25,0	25,3	13,0	32,7	47,0	42,1	12,1	43,2	15,50

Tabla 5-49 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Marzo 2019 (3/4)

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-09A	MP-12A	MPS-AA
Informe ETFA			201905002995	201905003672	201905003001	201905003652	201905003673	201905002997	201905003325	201905003674	201904001208	201905002991
Código Analítico Laboratorio			528481-01	528482-01	528487-01	528486-01	528485-01	528484-01	528861-01	528480-01	529184-01	528171-01
Fecha de Muestreo			06-03-2019	06-03-2019	06-03-2019	06-03-2019	06-03-2019	06-03-2019	07-03-2019	06-03-2019	09-03-2019	05-03-2019
Hora de Muestreo			12:40:00	13:04:00	16:44:00	16:21:00	14:57:00	14:30:00	13:51:00	11:30:00	15:23:00	11:30:00
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,32	6,12	7,47	6,48	7,27	6,54	7,30	7,21	7,75	8,00
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	7.061	237.200	25.240	229.100	26.350	216.700	14.095	4.623	16.760	74.080
Temperatura	°C	0,01	27,2	26,8	22,2	20,9	22,7	21,8	22,2	25,6	24,3	21,3
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	3.520	126.700	10.230	120.000	12.320	123.700	7.045	2.303	8.330	37.080
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	1,30	0,290	0,130	0,020	1,09	0,010	1,58	1,31	0,150	0,880
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,48	6,31	7,62	7,58	6,86	6,16	7,30	7,31	7,61	7,92
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	5.125	242.000	26.600	234.000	50.000	230.000	13.640	4.440	16.190	72.700
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	3.620	329.067	15.960	264.733	34.333	319.100	9.060	2.920	10.260	51.000
Densidad	g/mL	0,9	1,00	1,21	1,01	1,21	1,02	1,18	1,01	1,00	1,11	1,04
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.225	169.447	7.954	129.710	14.631	144.671	4.649	997	5.086	22.979
Sulfatos	mg/L	1,00	317	11.784	1.177	18.045	2.161	14.875	700	445	519	4.832
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	470	223	451	422	409	398	253	362	267	187
Nitrato ²	mg/L	<0,89	1,33	8,41	3,10	4,43	4,87	3,99	3,10	2,66	2,66	3,10
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	163	508	207	407	306	407	298	176	149	1.392
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	95,6	7.433	426	9.455	922	7.778	268	88,8	252	1.143
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	699	93.975	5.041	70.350	9.336	96.115	1.944	707	2.704	14.738
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	112	17.320	861	15.801	1.736	15.070	338	78,1	502	2.015
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	1,38	5,94	2,47	3,43	1,65	2,50	2,74	1,44	4,95	19,2
Litio Disuelto	mg/L	0,003	9,49	690	70,2	588	153	583	25,9	8,83	40,8	117
Boro Disuelto	mg/L	0,002	14,6	568	44,7	450	93,3	442	15,2	13,2	16,5	75,6
Balance Iónico (%)			5,70	3,85	9,41	5,12	11,93	10,59	-4,02	10,79	3,26	8,71
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	167	514	227	411	312	436	326	187	161	1.403
Magnesio Total	mg/L	0,2	100	7.594	462	9.560	942,00	7.980	288	105	267	1.152
Sodio Total	mg/L	0,2	730	95.445	5.330	78.150	9.536	96.635	1.949	720	2.852	15.056
Potasio Total	mg/L	0,2	113	17.620	920	15.940	1.796	15.430	342	85,0	542	2.022
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,534	0,115	0,029	<0,010	44,000	16,500	0,097	0,049	0,166	<0,010
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,490	5,30	0,705	1,23	0,875	1,51	0,180	0,430	0,144	1,65
Boro Total	mg/L	0,002	14,7	570	44,7	451	93,3	443	15,3	13,3	17,0	76,7
Estroncio Total	mg/L	0,001	1,53	5,95	2,71	3,44	1,66	2,50	3,07	1,58	5,02	20,0
Hierro Total	mg/L	0,002	0,266	1,980	0,362	1,330	26,900	6,120	0,082	<0,002	0,039	<0,002
Litio Total	mg/L	0,003	9,52	690	70,3	589	154	584	26,6	8,87	40,9	119
Silicio Total	mg/L	0,02	46,8	10,6	38,1	5,60	8,2	11,80	42,1	48,1	34,9	24,8

Tabla 5-49 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Marzo 2019 (4/4)

			MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine
Punto			201905003653	201905003670	201904001160	201905003348	201905003003	201905003675
Informe ETFA			528170-01	528178-01	528865-01	528859-01	528860-01	528857-01
Código Analítico Laboratorio			05-03-2019	05-03-2019	07-03-2019	07-03-2019	07-03-2019	07-03-2019
Fecha de Muestreo			11:20:00	15:55:00	15:09:00	11:37:00	12:39:00	9:30:00
Hora de Muestreo			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Laboratorio			Peine	Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine
Sector								
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ								
pH	UpH	0,01	7,70	6,75	7,03	7,26	7,30	7,69
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	126.000	222.400	36.570	65.020	26.830	4.314
Temperatura	°C	0,01	20,6	19,7	21,9	22,8	26,2	24,3
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	63.250	123.400	18.280	33.010	13.470	2.157
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,890	0,010	0,050	0,920	1,05	1,89
Físicoquímico Laboratorio								
pH	UpH	-	7,72	6,78	7,13	7,26	7,42	7,41
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	113.000	239.000	37.500	64.800	26.100	4.170
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	92.800	303.467	24.333	42.967	15.400	2.605
Densidad	g/mL	0,9	1,06	1,21	1,02	1,03	1,01	1,00
Elementos Mayoritarios Disueltos								
Aniones								
Cloruros	mg/L	0,5	39.337	163.891	11.746	24.792	8.897	865
Sulfatos	mg/L	1,00	5.692	15.044	1.457	1.807	774	768
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	200	488	336	209	183	143
Nitrato ²	mg/L	<0,89	2,21	0,886	3,54	3,99	1,33	7,09
Cationes								
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	1.538	373	434	486	301	294
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	2.011	8.968	589	917	396	80,0
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	25.020	92.050	6.968	13.290	4.938	492
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	4.311	22.320	1.122	2.402	717	20,8
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos								
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	28,5	2,64	6,59	5,67	3,25	2,89
Litio Disuelto	mg/L	0,003	247	1.141	88,0	154	57,8	0,850
Boro Disuelto	mg/L	0,002	153	408	48,9	91,8	25,8	9,80
Balance Iónico (%)			10,53	6,36	7,74	3,11	4,69	3,71
Elementos Mayoritarios Totales								
Calcio Total	mg/L	0,2	1.588	377	475	519	320	319
Magnesio Total	mg/L	0,2	2.071	9.492	647	919	427	82,4
Sodio Total	mg/L	0,2	25.420	96.600	6.984	13.630	5.002	505
Potasio Total	mg/L	0,2	4.844	33.200	1.221	2.664	750	34,3
Elementos Minoritarios y Trazas Totales								
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0,010	16,2	<0,010	0,127	0,016	<0,010
Arsénico Total	mg/L	0,001	1,31	3,02	0,530	0,960	0,420	0,047
Boro Total	mg/L	0,002	159	408	48,9	93,5	25,8	9,87
Estroncio Total	mg/L	0,001	29,4	2,72	6,82	6,54	3,62	3,10
Hierro Total	mg/L	0,002	0,044	10,7	<0,002	15,4	0,200	<0,002
Litio Total	mg/L	0,003	254	1.224	88,3	155	59,7	0,890
Silicio Total	mg/L	0,02	18,0	2,29	42,2	42,0	35,1	36,9

(*) Campaña marzo realizada por aumento de frecuencia producto de activación del PAT Sector alerta Norte Fase I.

N/A: No analizada los puntos LM-05 sin acceso al punto por presencia de flamencos; LM-17 punto de monitoreo sin acceso por mal estado del camino; MP-08A pozo en mal estado por intensas lluvias; Quebrada Camar, sin permiso de Comunidad.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-50 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Abril 2019 (1/3)

Punto	Anterrepresa Tilomonte	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10		
Informe ETFA	201904008530	201904008488	201904008487	201904008528	201904008527	201904008486	201904008484	201904008485	201904008482	201904008483		
Código Analítico Laboratorio	535357-01	535361-01	535360-01	535368-01	535364-01	535736-01	535734-01	535735-01	535731-01	535732-01		
Fecha de Muestreo	02/04/2019	03/04/2019	03/04/2019	03/04/2019	03/04/2019	04/04/2019	04/04/2019	04/04/2019	04/04/2019	04/04/2019		
Hora de Muestreo	13:20:00	10:30:00	9:55:00	12:50:00	12:30:00	15:10:00	13:45:00	14:15:00	11:30:00	11:08:00		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	8,32	7,91	7,86	7,81	7,66	8,18	8,09	8,08	8,05	7,68
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	6.289	91.600	85.090	132.900	169.400	55.580	61.480	56.610	65.520	103.700
Temperatura	°C	0,01	17,0	16,9	15,1	21,7	22,9	25,4	19,99	22,9	17,8	17,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	3.145	45.770	42.610	66.510	84.920	27.800	30.740	28.340	32.760	51.900
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	3,08	0,99	0,920	1,010	0,310	1,33	1,410	1,410	1,440	0,970
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	8,13	8,24	8,25	8,14	7,72	8,34	8,37	8,26	8,14	7,71
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	6.360	92.100	87.700	137.500	169.400	56.400	62.300	57.100	66.500	105.200
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	4.330	65.300	59.900	94.833	106.800	5.802	42.967	6.020	43.900	67.900
Densidad	g/mL	0,9	1,00	1,05	1,04	1,08	1,11	1,03	1,03	1,03	1,03	1,05
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.649	36.969	32.640	55.670	75.077	19.574	22.148	20.124	24.432	42.049
Sulfatos	mg/L	1,00	650	6.005	5.273	9.508	14.348	2.787	2.947	2.642	3.264	4.762
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	249	527	504	699	847	270	266	290	255	215
Nitrato ²	mg/L	<0,89	3,54	3,99	3,54	5,31	8,41	1,33	1,77	1,77	1,77	3,10
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	272	898	801	954	1.027	753	752	721	807	1.081
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	139	1.287	1.187	2.734	4.069	932	937	908	990	1.438
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	750	19.826	18.518	33.260	46.072	10.560	10.692	10.146	12.072	22.460
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	60,4	2.990	2.116	5.537	7.229	1.382	1.403	1.351	1.527	3.166
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	2,08	8,77	12,6	8,72	24,2	8,6	9,91	7,77	9,55	16,3
Litio Disuelto	mg/L	0,003	2,28	136	163	181	302	99,8	153	89,0	117	178
Boro Disuelto	mg/L	0,002	11,9	162	172	248	392	61,2	71,5	71,5	48	88
Balance Iónico (%)			-0,41	-0,83	1,55	4,83	5,87	2,19	-2,32	-0,52	-2,94	-0,23
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	292	963	875	964	1.090	772	762	795	884	1.101
Magnesio Total	mg/L	0,2	146	1.333	1.231	2.886	4.267	942	959	981	1.057	1.519
Sodio Total	mg/L	0,2	795	20.240	18.678	35.720	46.602	10.928	11.834	10.484	12.284	23.060
Potasio Total	mg/L	0,2	68,9	3.205	2.173	5.607	7.494	1.403	1.435	1.448	1.620	3.188
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,108	6,80	5,30	9,55	16,3	0,605	0,92	0,775	1,93	10,0
Boro Total	mg/L	0,002	12,9	170	191	260	402	63,0	73,3	79,3	67,4	103
Estroncio Total	mg/L	0,001	3,71	15,6	14,6	8,96	25,1	9,21	10,3	9,00	10,4	16,7
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Litio Total	mg/L	0,003	3,20	139	168	190	305	103	156	91,0	138	201
Silicio Total	mg/L	0,02	43,3	66,1	69,4	27,8	61,7	35,9	37,2	34,4	39,9	36,4

Tabla 5-50 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Abril 2019 (2/3)

Punto			LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A
Informe ETFA			201904010443	201904008489	201904009771	201904008490	201904008529	201904010444	201905000037	201904010446	201905000036	201905000033
Código Analítico Laboratorio			536102-01	535362-01	535363-01	535369-01	535370-01	536106-01	536116-01	536115-01	536114-01	536103-01
Fecha de Muestreo			06/04/2019	03/04/2019	03/04/2019	03/04/2019	03/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	06/04/2019
Hora de Muestreo			11:11:00	11:08:00	11:35:00	13:08:00	13:50:00	10:26:00	10:45:00	12:58:00	13:15:00	11:47:00
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,14	7,30	6,18	7,58	6,58	6,85	6,04	7,24	6,31	7,04
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	4.824	24.050	254.500	8.824	223.800	7.208	235.800	26.580	223.300	26.650
Temperatura	°C	0,01	24,0	18,0	17,1	17,2	17,2	25,2	25,2	20,7	20,6	21,3
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2.427	12.020	121.600	4.339	104.800	3.569	123.500	13.150	116.600	11.520
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	1,27	0,930	0,190	0,220	0,290	0,21	0,070	0,060	0,020	0,280
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	6,81	7,95	6,45	7,58	7,05	6,95	5,94	7,06	6,09	6,91
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	4.320	24.400	241.000	8.860	204.000	6.650	246.000	30.300	238.000	39.900
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	2.640	14.520	255.600	4.690	126.800	3.940	292.100	17.400	288.467	24.967
Densidad	g/mL	0,9	1,00	1,01	1,19	1,00	1,13	1,00	1,20	1,01	1,20	1,02
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.080	7.615	188.666	2.617	119.713	1.994	165.199	10.822	147.079	14.046
Sulfatos	mg/L	1,00	430	1.050	7.475	607	8.454	475	11.842	1.338	18.744	1.605
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	454	447	428	453	393	490	254	482	471	454
Nitrato ²	mg/L	<0,89	4,43	0,89	45,2	0,89	41,6	3,54	9,30	3,54	5,76	4,43
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	155	230	687	146	893	188	538	214	376	215
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	89	341,0	6.363	155	4.989	123,0	7.790	525	8.709	622
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	583	4.018	90.150	1.202	61.150	1.029	79.600	5.930	74.100	7.939
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	76,0	653	15.530	201	9.444	174	19.030	1.103	18.530	1.314
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	1,46	7,12	11,6	1,23	34,9	1,46	4,59	5,38	5,03	1,74
Litio Disuelto	mg/L	0,003	7,00	67,0	703	10,1	71,6	20,30	506	49,6	414	71,9
Boro Disuelto	mg/L	0,002	10,1	43,3	581	19,6	337	14,1	1.056	49,4	1.113	68,5
Balance Iónico (%)			0,73	2,11	-3,19	-4,56	-1,33	1,94	0,80	3,11	2,80	3,86
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	169	242	702	155	928	199	548	237	390	297
Magnesio Total	mg/L	0,2	97,3	352	6.499	162	5.248	130	8.599	565	9.982	727
Sodio Total	mg/L	0,2	628	4.344	92.050	1.220	62.300	1.085	81.600	6.469	75.150	8.065
Potasio Total	mg/L	0,2	81,7	661	15.620	212	9.644	181	20.560	1.147	19.130	1.494
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	37,1
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,440	1,010	27,4	0,750	0,032	0,380	3,20	0,720	1,62	0,745
Boro Total	mg/L	0,002	10,2	56,9	595	21,6	409	14,6	1085	52,5	1128	75,3
Estroncio Total	mg/L	0,001	1,52	9,21	14,0	1,23	38,9	1,50	7,65	6,76	5,44	1,78
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	1,490	<0,002	3,450	26,3
Litio Total	mg/L	0,003	7,10	74,9	708	10,5	72,4	20,5	527	53,3	439	73,3
Silicio Total	mg/L	0,02	59,9	49,3	5,49	40,2	18,7	55,9	17,2	42,1	11,7	163

Tabla 5-50 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Abril 2019 (3/3)

Punto	MP-06B	MP-07A	MP-08A	MP-09A	MP-12A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vertiente Peine		
Informe ETFA	201905000034	201904008531	201904010408	201905000035	201904010445	201904008480	201904008481	201904009827	201904009825	201904009826	201904009824	201904008532		
Código Analítico Laboratorio	536104-01	535358-01	535365-01	536105-01	536107-01	535729-01	535730-01	535733-01	535359-01	535355-01	535356-01	535366-01		
Fecha de Muestreo	06/04/2019	02-04-2019	02-04-2019	06/04/2019	05/04/2019	04/04/2019	04/04/2019	04/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	02/04/2019		
Hora de Muestreo	12:07:00	14:24:00	16:27:00	9:40:00	9:42:00	10:00:00	10:20:00	12:25:00	15:12:00	11:50:00	12:42:00	17:00:00		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	La Punta-La Brava	Peine	Peine	La Punta-La Brava	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea		
Parámetros In Situ														
pH	UpH	0,01	6,42	7,10	6,91	6,97	7,41	7,77	7,39	6,53	6,81	6,97	7,06	7,52
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	224.400	13.740	7.998	4.407	16.220	71.900	145.300	237.800	60.520	62.450	26.440	4.036
Temperatura	°C	0,01	21,6	22,3	18,2	23,6	22,9	18,6	17,6	18,1	21,7	22,4	26,2	24,7
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	115.500	6.800	4.024	2.217	8.153	36.120	72.680	120.100	30.230	31.190	13.170	2.013
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,110	1,90	0,30	0,15	1,510	1,220	0,670	0,400	1,290	1,930	1,18	2,35
Físicoquímico Laboratorio														
pH	UpH	-	6,16	7,68	6,94	6,96	7,37	8,06	7,78	6,93	6,97	6,81	7,63	7,56
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	236.000	13.870	8.170	4.500	16.630	73.600	131.100	245.000	56.100	66.800	27.100	4.080
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	288.767	8.720	5.340	2.785	10.080	51.433	87.833	351.733	34.667	42.667	16.940	2.835
Densidad	g/mL	0,9	1,19	1,00	1,00	1,00	1,01	1,04	1,07	1,21	1,02	1,01	1,01	1,00
Elementos Mayoritarios Disueltos														
Aniones														
Cloruros	mg/L	0,5	123.462	3.939	2.253	1.345	5.713	27.416	56.632	197.239	19.724	24.617	9.873	914
Sulfatos	mg/L	1,00	16.007	691	792	447	527	4.779	6.051	14.254	2.033	1.576	823	724
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	454	262	386	444	262	196	216	673	384	224	205	133
Nitrato ²	mg/L	<0,89	3,54	6,20	21,26	3,54	3,54	1,33	2,21	20,8	3,99	7,97	13,7	8,86
Cationes														
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	360	272	382	197	139	1.307	1.262	333	442	416	267	301
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	8.014	213	133	101,0	204	904	2.936	9.685	852	843	346	70,8
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	75.150	2.487	1.009	669	3.090	14.392	27.980	106.600	10.230	14.020	5.599	433
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	17.030	284	93,3	92,0	454	1.570	5.126	23.280	1.702	2.546	673	20,0
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos														
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	3,63	3,44	3,53	1,57	5,06	13,0	14,5	2,20	9,75	4,32	3,48	2,56
Litio Disuelto	mg/L	0,003	403	21,2	11,8	8,09	36,5	118	227	987	128,0	185	71,2	0,500
Boro Disuelto	mg/L	0,002	466	15,6	13,7	11,1	10,1	38,0	126	503	50,0	49,5	28,0	9,80
Balance Iónico (%)			8,96	8,84	-2,15	0,62	0,68	-2,40	-0,10	3,81	0,82	4,96	3,62	0,36
Elementos Mayoritarios Totales														
Calcio Total	mg/L	0,2	407	283	416	205	158	1.363	1.324	357	503	452	286	323
Magnesio Total	mg/L	0,2	9.554	237	151	105	213	967	3.030	10.480	902	888	358	85,9
Sodio Total	mg/L	0,2	76.650	2.604	1.041	693	3.120	14.428	28.050	108.100	11.020	14.320	5.710	457
Potasio Total	mg/L	0,2	19.270	303	97	94,5	462	1.675	5.451	24.780	1.889	2.611	696	25,7
Elementos Minoritarios y Trazas Totales														
Aluminio Total	mg/L	0,01	13,6	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Arsénico Total	mg/L	0,001	1,74	0,210	0,470	0,420	0,170	1,46	0,660	7,10	1,08	1,720	0,520	0,088
Boro Total	mg/L	0,002	466	17,1	15,9	11,1	11,0	44,3	128	561	52,0	57,4	31,0	10,1
Estroncio Total	mg/L	0,001	3,66	3,48	5,02	1,62	5,12	13,1	17,8	2,78	9,76	5,84	4,52	2,68
Hierro Total	mg/L	0,002	8,44	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,034	<0,002	<0,002
Litio Total	mg/L	0,003	408	22,0	12,0	8,18	36,7	133	230	1.003	145	186	74,1	0,570
Silicio Total	mg/L	0,02	50,4	45,2	76,2	57,0	34,5	20,2	14,3	3,50	40,8	35,4	37,2	47,5

N/A: No analizada los puntos LM-05 sin acceso al punto por presencia de flamencos; LM-17, sin acceso al punto; LM-11, LM-12; LM-13; LM-14; BA-31 y Quebrada Camar sin permiso por Comunidad.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-51 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2019 (1/3)

Punto	Anterepresa Tilomonte	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-09	LM-10	LM-16	MP-01A	MP-01B		
Informe ETFA	201908000959	201908000963	201908000175	201908000949	201908000176	201908002476	201908002648	201908000955	201908002477	201908010712		
Código Analítico Laboratorio	557149-01	557318-01	557317-01	557321-01	557322-01	558252-01	558253-01	557711-01	557315-01	557316-01		
Fecha de Muestreo	09-07-2019	10-07-2019	10-07-2019	10-07-2019	10-07-2019	12-07-2019	12-07-2019	11-07-2019	10-07-2019	10-07-2019		
Hora de Muestreo	13:20:00	12:20:00	12:00:00	17:20:00	17:50:00	10:45:00	11:00:00	10:10:00	10:58:00	11:20:00		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Sector Peine	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	Sector Peine	Sector Peine	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial		
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	8,37	8,21	8,21	8,09	8,13	8,34	8,07	7,17	7,43	6,31
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	5.239	48.810	49.220	88.830	89.200	48.100	58.160	4.270	21.810	210.200
Temperatura	°C	0,01	10,9	11,6	10,8	14,2	16,3	8,71	10,23	23,9	15,6	15,7
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2.619	24.360	24.600	44.410	44.610	24.050	29.080	2.137	10.350	104.100
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	5,68	3,96	4,18	4,48	4,40	3,40	2,27	2,74	2,61	0,92
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	8,49	7,99	8,06	8,02	7,98	8,25	8,04	7,23	7,22	6,29
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	5.910	56.500	56.800	102.000	103.900	46.400	55.900	4.160	23.200	241.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	4.050	40.700	41.233	81.133	85.667	33.333	40.067	2.460	15.300	334.167
Densidad	g/mL	0,9	1,002	1,026	1,028	1,053	1,056	1,021	1,023	1,000	1,009	1,206
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.581	20.135	19.917	40.580	39.642	16.412	19.352	1016	7.236	187.274
Sulfatos	mg/L	1,00	595	3.223	3.260	6.553	7.783	2.268	2.626	465	1.000	7.960
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	231	470	459	486	543	246	233	449	454	394
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,44	2,21	2,21	3,10	3,54	1,33	1,33	4,43	0,44	1,33
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	270	531	411	633	741	654	823	167	222	880
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	134	889	1.783	1.683	1.393	710	884	87,0	351	17.830
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	713	12.030	11833	22.800	24.320	8.499	9.326	603	4.536	93.300
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	56,3	1.673	1.319	3.867	2.703	1.214	1.230	81,2	638	17.370
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	3,26	18,7	18,8	21,7	22,8	16,7	19,4	1,34	6,23	16,3
Litio Disuelto	mg/L	0,003	1,15	77,0	101	163	149	151	158	6,79	46,4	438
Boro Disuelto	mg/L	0,002	9,24	107	108	219	168	81,3	83,4	10,8	54,3	758
Balance Iónico (%)			-0,78	4,80	8,88	2,19	2,25	2,18	-0,53	2,22	8,54	7,15
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	281	558	415	653	753	668	825	177	246	882
Magnesio Total	mg/L	0,2	140	938	1.832	1.731	1.400	739	922	96,7	385	18.330
Sodio Total	mg/L	0,2	771	12.580	12.030	22.860	24.460	8.593	9.536	615	4.830	93.650
Potasio Total	mg/L	0,2	58,1	1.698	1.323	3.985	2.738	1.224	1.375	104	644	18.340
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0,010	0,015	0,030	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,165	<0,010	<0,010
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,093	2,46	2,52	6,30	7,20	1,24	3,72	0,490	0,875	9,90
Boro Total	mg/L	0,002	10,0	110	109	257	168	82,9	88,2	11,9	56,8	774
Estroncio Total	mg/L	0,001	3,97	19,0	18,9	21,7	24,1	17,1	23,4	1,43	6,69	16,7
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,055
Litio Total	mg/L	0,003	1,28	78,0	106	164	156	152	195	7,13	49,2	445
Silicio Total	mg/L	0,02	26,3	65,8	65,4	60,9	64,0	21,6	24,1	50,3	39,4	8,05

Tabla 5-51 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2019 (2/3)

Punto			MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A
Informe ETFA			201908000947	201908000948	201908011228	201908011245	201908000950	201908002590	201908000952	201908000951	201908000957	201908010799
Código Analítico Laboratorio			557319-01	557320-01	557712-01	557713-01	557716-01	557717-01	557714-01	557715-01	557150-01	557144-01
Fecha de Muestreo			10-07-2019	10-07-2019	11-07-2019	11-07-2019	11-07-2019	11-07-2019	11-07-2019	11-07-2019	09-07-2019	09-07-2019
Hora de Muestreo			16:18:00	16:54:00	10:43:00	11:00:00	13:25:00	13:00:00	11:43:00	12:20:00	14:55:00	17:22:00
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	Sector Peine	Sector Peine
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,59	6,23	7,20	6,16	7,42	6,42	7,13	6,52	7,17	7,13
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	7.465	194.500	7.250	222.200	30.530	213.400	30.380	223.200	11.470	6.974
Temperatura	°C	0,01	15,4	14,7	25,2	25,2	19,8	19,7	20,8	20,2	21,2	15,6
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	3.760	102.400	3.650	125.100	15.200	119.600	12.720	115.700	5.731	3.470
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	2,96	1,02	1,89	0,40	1,19	0,29	2,03	0,54	3,14	3,31
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,40	6,80	7,49	6,39	7,52	6,50	7,25	6,60	7,37	7,11
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	8.590	212.000	6.060	242.000	36.100	235.000	49.100	228.000	13.540	8.260
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	5.300	224.433	4.280	332.133	23.467	333.533	33.867	277.400	8.860	5.530
Densidad	g/mL	0,9	1,002	1,140	1,001	1,210	1,012	1,210	1,022	1,180	1,005	1,004
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	2.461	124.959	1.781	193.395	12.109	181.016	16.973	149.851	4.286	2.285
Sulfatos	mg/L	1,00	601	8.652	473	12.332	1.766	18.991	2.206	15.871	675	840
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	415	420	443	261	445	499	481	444	287	399
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,89	3,99	3,10	10,6	3,10	4,87	4,43	2,66	3,10	10,1
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	140	966	143	443	242	293	240	315	273	419
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	156	4.920	97,8	7.420	1.191	10.430	593	7.630	240	136
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	1.326	61.240	840	67.290	5.630	89.060	9.340	84.650	2.003	1.183
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	236	11.320	134	20.020	1.438	22.020	1.353	17.420	293	96,0
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	2,00	45,6	1,48	6,80	5,250	3,58	0,735	5,33	3,56	5,96
Litio Disuelto	mg/L	0,003	15,0	376	6,75	1.078	92,1	1.356	98	433	27,5	7,05
Boro Disuelto	mg/L	0,002	16,5	315	19,4	1.080	54,8	849	75,8	396	11,4	10,7
Balance Iónico (%)			0,93	-2,18	-4,49	-11,55	4,36	2,12	0,45	4,04	-1,58	0,89
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	150	990	152	457	255	314	256	316	284	421
Magnesio Total	mg/L	0,2	157	5.420	102	7.613	1.203	10.520	607	7.815	245	140
Sodio Total	mg/L	0,2	1.430	62.060	851	97.150	6.092	90.000	9.440	85.150	2.023	1.192
Potasio Total	mg/L	0,2	240	11.430	136	20.601	1.473	22.400	1.365	17.630	318	99,0
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,110	<0,010	0,355	<0,010	0,150	0,097	10,2	29,9	0,037	26,0
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,660	12,7	0,850	3,980	0,670	1,96	0,715	1,98	0,205	0,590
Boro Total	mg/L	0,002	16,8	321	20,1	1.181	56,0	852	78,1	397	11,6	10,9
Estroncio Total	mg/L	0,001	2,50	46,2	1,52	7,00	6,330	3,88	1,60	5,50	4,25	6,02
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	0,095	0,325	1,57	0,520	1,48	6,76	16,5	0,120	19,5
Litio Total	mg/L	0,003	15,3	377	7,05	1.118	97,6	1.406	107	436	28,9	7,11
Silicio Total	mg/L	0,02	29,9	10,2	40,0	9,57	26,6	9,44	32,1	55,9	30,1	79,9

Tabla 5-51 (Cont.) Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2018 (3/3)

Punto	MP-09A	MP-12A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vertiente Peine		
Informe ETFA	201907010008	201908010800	201909001263	201909001262	201908000956	201908002649	201908000958	201908000960	201907009431		
Código Analítico Laboratorio	557710-01	557314-01	558247-01	558248-01	558249-01	557151-01	557147-01	557148-01	557145-01		
Fecha de Muestreo	11-07-2019	10-07-2019	12-07-2019	12-07-2019	12-07-2019	09-07-2019	09-07-2019	09-07-2019	09-07-2019		
Hora de Muestreo	09:37:00	09:23:00	09:55:00	10:00:00	11:40:00	15:40:00	11:37:00	12:32:00	17:50:00		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	La Punta-la Brava	Norte y Borde Este	Sector Peine	Sector Peine	Sector Peine	Sector Peine	Sector Peine	Sector Peine	Borde Este		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	
Parámetros In Situ											
pH	UpH	0,01	7,12	7,50	7,94	7,46	6,61	6,87	7,20	7,19	7,53
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	4.517	13.880	66.310	151.600	218.100	51.190	55.380	22.510	3.330
Temperatura	°C	0,01	22,4	21,8	12,1	13,8	17,8	21,0	21,5	25,2	22,8
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2.250	6.945	33.170	75.830	124.400	25.890	27.710	11.700	1.665
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	2,45	2,60	1,89	0,91	0,55	2,38	1,96	2,82	3,13
Físicoquímico Laboratorio											
pH	UpH	-	7,41	7,58	7,63	7,19	6,67	7,12	6,84	7,36	7,57
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	4.450	16.200	65.300	144.200	240.000	57.300	65.000	28.000	4.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	2.475	10.340	49.267	108.567	421.000	39.533	45.800	18.180	2.885
Densidad	g/mL	0,9	1,000	1,005	1,032	1,051	1,220	1,021	1,031	1,011	1,002
Elementos Mayoritarios Disueltos											
Aniones											
Cloruros	mg/L	0,5	1.135	5.238	22.594	48.381	182.088	20.833	24.518	9.546	869
Sulfatos	mg/L	1,00	471	490	4.433	6.009	15.028	1.980	1.585	790	691
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	437	257	190	178	616	394	259	205	138
Nitrato ²	mg/L	<0,89	3,99	3,54	1,33	2,21	0,44	2,21	3,99	1,33	4,43
Cationes											
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	132	130	1.500	1.025	572	473	401	251	276
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	62,5	243	1.403	3.305	8.230	951	836	369	76,2
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	601	2.869	14.769	30.725	94.180	11.960	13.325	5.500	415
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	56,3	504	1.802	4.091	21.930	2.010	2.255	718	21,4
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos											
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	4,36	4,60	20,1	32,4	6,19	4,58	7,51	3,12	2,69
Litio Disuelto	mg/L	0,003	14,5	31,1	87,9	194	1.503	45,2	114	39,9	0,504
Boro Disuelto	mg/L	0,002	23,1	12,0	64,7	193	534	47,4	60,9	19,1	7,94
Balance Iónico (%)			-1,12	3,01	10,84	10,65	2,46	4,42	2,12	3,80	-0,25
Elementos Mayoritarios Totales											
Calcio Total	mg/L	0,2	157	140	1.548	1.064	583	483	426	267	297
Magnesio Total	mg/L	0,2	79,9	253	1.447	3.342	8.930	963	846	374	86,0
Sodio Total	mg/L	0,2	617	2.920	14.881	30.850	95.150	12.660	13.560	5.615	440
Potasio Total	mg/L	0,2	84,0	513	1.841	4.220	22.030	2.020	2.361	754	28,0
Elementos Minoritarios y Trazas Totales											
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,215	0,020	0,053	<0,010	0,096	<0,010	0,411	<0,010	0,025
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,425	0,166	1,44	2,78	7,45	0,780	9,40	0,610	0,095
Boro Total	mg/L	0,002	25,3	13,0	65,0	214	536	49,0	61,0	20,2	8,040
Estroncio Total	mg/L	0,001	5,12	4,73	20,3	32,7	6,25	4,62	7,90	3,170	2,710
Hierro Total	mg/L	0,002	<0,002	0,062	0,033	0,149	0,100	<0,002	12,8	<0,002	0,008
Litio Total	mg/L	0,003	17,4	31,2	88,1	194	1.555	45,4	140	40,7	0,519
Silicio Total	mg/L	0,02	92,0	24,3	16,6	6,63	1,59	27,0	43,6	32,5	35,1

N/A: No analizada los puntos LM-05, LM-06, LM-07 y LM-08 por presencia de flamencos; LM 17 sin acceso al punto; LM-11, LM-12; LM-13; LM-14; BA-31 y Quebrada Camar sin permiso de Comunidad.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-52 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2019 (1/4)

Punto	Antepresa	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-07	LM-09	LM-10	LM-11	LM-12		
Informe ETFA	201912008482	201912008458	201912008469	201912008410	201912008470	201912008409	201911003787	201912008481	201912008490	201912008491		
Código Analítico Laboratorio	582547-01	583027-01	583028-01	583032-01	583031-01	581366-01	581368-01	581369-01	582552-01	582550-01		
Fecha de Muestreo	16-10-2019	18-10-2019	18-10-2019	18-10-2019	18-10-2019	14-10-2019	14-10-2019	14-10-2019	16-10-2019	16-10-2019		
Hora de Muestreo	06:00:00 p.m.	09:40:00 a.m.	12:30:00 p.m.	01:30:00 p.m.	01:10:00 p.m.	12:20:00 p.m.	01:15:00 p.m.	01:45:00 p.m.	11:50:00 a.m.	10:20:00 a.m.		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Sector Peine	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	Sector Peine	Sector Peine	Sector Peine	Norte y borde Este	Norte y borde Este		
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial		
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	8,32	8,23	8,25	7,99	7,90	8,09	8,01	7,91	7,68	7,73
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	5.967	63.120	63.450	119.300	139.100	52.440	59.870	64.720	171.900	121.400
Temperatura	°C	0,01	16,7	12,8	21,1	20,3	26,3	20,8	25,0	27,6	20,8	18,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2.984	21.560	31.600	59.650	69.720	20.760	29.960	32.380	85.950	60.640
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	5,55	5,21	3,96	3,04	2,22	4,57	3,80	2,26	1,62	2,80
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	8,30	8,13	8,14	7,97	7,91	8,05	8,23	8,13	7,69	7,93
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	6.130	66.990	60.600	125.200	148.400	55.300	61.500	67.000	185.300	132.200
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	3.990	44.233	41.267	93.667	115.667	38.833	44.233	49.467	176.367	109.233
Densidad	g/mL	0,9	1,00	1,03	1,03	1,07	1,08	1,02	1,03	1,03	1,11	1,07
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	1.717	23.293	24.192	50.047	63.605	20.448	18.214	25.013	95.662	58.067
Sulfatos	mg/L	1,00	646	3.840	3.737	8.388	11.126	2.828	3.317	3.700	15.044	8.656
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	196	451	456	550	619	239	205	197	575	609
Nitrato ²	mg/L	<0,89	0,13	3,10	3,10	3,99	5,76	0,89	1,77	1,77	4,78	2,66
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	295	551	552	786	1.040	651	679	1.002	1.012	731
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	145	1.053	1.069	2.150	2.935	752	810	1.023	2.958	2.039
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	766	12.436	13.050	26.025	38.845	9.930	9.541	11.545	52.650	30.420
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	62,2	1.802	1.847	4.036	5.115	1.171	1.285	1.451	4.956	3.430
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	2,00	8,80	9,2	12,30	14,1	11,8	14,8	18,80	17,00	12,00
Litio Disuelto	mg/L	0,003	1,30	112	124	307	358	140	148	175	481	330
Boro Disuelto	mg/L	0,002	10,00	87	90	216	240	73	62,0	63,0	312,0	220,0
Balance Iónico (%)			-1,86	-1,28	-0,71	-2,55	3,60	-4,59	-0,89	-5,42	-3,63	-4,12
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	303	563	568	802	1.056	675	712	1.035	1.025	747
Magnesio Total	mg/L	0,2	147	1.060	1.082	2.282	3.121	807	846	1.032	3.015	2.178
Sodio Total	mg/L	0,2	774	12.590	13.120	27.003	39.685	10.230	9.570	11.560	54.050	31.060
Potasio Total	mg/L	0,2	62,2	1.802	1.847	4.036	5.115	1.171	1.285	1.451	4.956	3.430
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,035	5,500	<0.010	0,048	0,200	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,075	3,22	3,30	8,25	10,7	0,6	1,27	2,48	2,94	1,55
Boro Total	mg/L	0,002	11,2	89	91	216	309	74	63,8	66,8	315,0	254,0
Estroncio Total	mg/L	0,001	2,50	10,5	10,3	12,50	17,8	12,0	15,00	19,9	18,1	13,2
Hierro Total	mg/L	0,002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,212
Litio Total	mg/L	0,003	1,50	116	138	308	447	145	150	185	482	341
Silicio Total	mg/L	0,02	39,0	40,0	41,0	35,0	34,0	29,0	29,0	28,0	29,0	27,0

Tabla 5-52 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2019 (2/4)

			LM-13	LM-14	LM-15	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B
Punto			201912008649	201912008493	201912008408	201912008471	201912008472	201912008473	201912008474	201912008475	201912008646	201912008645
Informe ETFA			582553-01	582554-01	582551-01	582858-01	583029-01	583030-01	583033-01	583034-01	582848-01	582849-01
Código Analítico Laboratorio			16-10-2019	16-10-2019	16-10-2019	17-10-2019	18-10-2019	18-10-2019	18-10-2019	18-10-2019	17-10-2019	17-10-2019
Fecha de Muestreo			01:20:00 p.m.	02:00:00 p.m.	11:05:00 a.m.	02:30:00 p.m.	10:50:00 a.m.	11:10:00 a.m.	02:35:00 p.m.	02:55:00 p.m.	02:55:00 p.m.	03:15:00 p.m.
Hora de Muestreo			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Laboratorio			Norte y borde Este	Norte y borde Este	Norte y borde Este	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava
Sector												
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,07	8,39	7,28	7,07	7,40	6,13	7,61	6,72	7,12	6,13
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	231.100	74.720	226.400	4.100	26.500	256.700	8.845	224.700	7.084	231.000
Temperatura	°C	0,01	28,6	24,2	20,2	26,1	16,3	17,0	17,7	17,6	25,9	26,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	11.020	37.370	102.200	2.049	14.170	117.900	44.580	79.610	3.527	116.700
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,73	5,48	0,87	3,83	4,38	0,83	3,25	0,76	3,53	0,35
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	6,98	8,47	7,32	7,98	7,48	6,39	7,51	6,75	7,63	6,26
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	237.000	78.100	221.000	4.210	24.970	249.800	8.877	193.700	7.160	244.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	324.633	55.400	261.200	2.450	11.580	297.000	5.030	170.600	4.550	338.900
Densidad	g/mL	0,9	1,21	1,04	1,17	1,00	1,01	1,20	1,00	1,11	1,00	1,20
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	194.309	30.531	140.205	986	7.784	163.074	2.514	100.969	1.979	189.566
Sulfatos	mg/L	1,00	21.856	4.231	9.895	420	1.008	8.360	630	8.265	494	12.015
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	550	335	575	350	362	396	397	283	378	213
Nitrato ²	mg/L	<0,89	8,59	2,66	0,13	3,99	0,89	0,13	0,44	0,13	1,77	8,9
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	303	295	460	157	218	668	174	983	316	502
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	9.320	1.572	6.519	86	365	5.925	160	3.552	139,0	6.125
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	96.625	15.201	76.850	577	4.230	90.650	1.558	54.450	1.007	90.150
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	19.701	2.658	8.123	75	691	13.755	248,0	7.845	179	17.115
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	10,00	2,05	20,10	1,18	5,40	16,4	2,00	25,70	1,1	3,25
Litio Disuelto	mg/L	0,003	240	216	718	4,60	44	1.000	15,00	495,0	10	430
Boro Disuelto	mg/L	0,002	612,0	104,0	482,0	9,3	47	573	20,0	312,0	9	140
Balance Iónico (%)			-3,16	-2,18	1,05	1,34	1,37	2,38	4,97	-0,22	3,73	-6,04
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	312	302	467	159	229	675	177	1.000	320	516
Magnesio Total	mg/L	0,2	9.493	1.580	6.555	87	374	6.490	161,0	3.848	140	6.835
Sodio Total	mg/L	0,2	97.182	15.495	77.150	589	4.301	91.900	1.569	55.000	1.026	92.950
Potasio Total	mg/L	0,2	19.701	2.658	8.123	75	691	13.755	248,0	7.845	179	17.115
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0.010	<0.010	6,470	0,038	1,300	0,277	0,600	<0.010	3,830	<0.010
Arsénico Total	mg/L	0,001	7,40	1,61	9,30	0,325	1,01	27,40	0,635	10,100	0,3	3,910
Boro Total	mg/L	0,002	613,0	105,0	487,0	10,0	47,5	580	22,8	314,0	9	172
Estroncio Total	mg/L	0,001	10,1	2,1	21,3	1,24	7,6	17,0	2,50	27,30	1,1	3,27
Hierro Total	mg/L	0,002	<0.002	<0.002	7,450	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	5,5	1,11
Litio Total	mg/L	0,003	249	229	721	4,6	54	1.066	19,00	517,0	11	450
Silicio Total	mg/L	0,02	21,0	26,0	16,0	48,0	38,0	4,80	42,0	21,0	44,00	3,40

Tabla 5-52 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2019 (3/4)

Punto			MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A	MP-09A	MP-12A	MPS-AA	MPS-AB
Informe ETFA			201912008476	201912008477	201912008478	201912008479	201912008483	201912008485	201912008480	201911001872	201912008486	201911002482
Código Analítico Laboratorio			582852-01	582853-01	582850-01	582851-01	582856-01	582855-01	582857-01	582854-01	581370-01	581371-01
Fecha de Muestreo			17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	14-10-2019	14-10-2019
Hora de Muestreo			04:30:00 p.m.	04:52:00 p.m.	03:50:00 p.m.	04:12:00 p.m.	12:30:00 p.m.	11:55:00 a.m.	02:10:00 p.m.	10:45:00 a.m.	02:50:00 p.m.	03:00:00 p.m.
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	La Punta-la Brava	Sector Peine	Sector Peine	La Punta-la Brava	Norte y Borde Este	Sector Peine	Sector Peine
Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ												
pH	UpH	0,01	7,26	6,33	7,12	6,36	7,06	6,92	7,01	7,36	7,64	7,64
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	38.560	227.600	23.590	223.300	14.010	7887	4380	15980	60390	76340
Temperatura	°C	0,01	20,7	20,3	22,5	23,1	21,8	18,5	25,27	22,93	18,16	18,67
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	19.280	111.700	11.780	111.700	7.005	3945	2191	7999	30190	38400
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	2,64	0,40	3,24	0,96	4,72	4,31	3,64	4,04	2,34	3,05
Físicoquímico Laboratorio												
pH	UpH	-	7,37	6,30	7,63	6,63	7,46	7,81	7,54	7,82	7,74	7,78
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	39.100	239.000	21.410	231.000	14.070	8.315	4.576	16.900	61.500	68.700
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	25.400	327.000	12.960	276.467	9.080	5.730	2.650	9.880	45.233	52.000
Densidad	g/mL	0,9	1,02	1,21	1,01	1,19	1,01	1,00	1,00	1,005	1,03	1,03
Elementos Mayoritarios Disueltos												
Aniones												
Cloruros	mg/L	0,5	13.796	175.696	7.586	162.075	4.249	2.207	1.062	5.503	22.234	25.237
Sulfatos	mg/L	1,00	1.819	20.148	1.066	15.991	724	817	426	543	4.486	4.779
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	378	373	407	373	222	349	353	208	136	122
Nitrato ²	mg/L	<0,89	2,66	3,99	3,10	1,77	2,66	3,1	3,10	2,66	1,33	1,33
Cationes												
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	190	147	284	548	292	421	166	140	1.351	1.405
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	700	8.465	412	7.680	253	139	91	201	902	1.015
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	7.036	91.225	3.852	79.680	2.104	1.123	602	2.773	11.763	13.508
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	1.384	16.695	821	15.630	345	97	82	480	1.478	1.752
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos												
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	1,9	2,50	1,13	1,48	2,03	3,40	1,27	3,58	17,00	23,00
Litio Disuelto	mg/L	0,003	70,0	1.070	45	745,0	22	4,9	5	29,1	112,0	170,00
Boro Disuelto	mg/L	0,002	40	160,0	21	150,0	13	14,0	10	10,2	90,4	72
Balance Iónico (%)			-1,27	-1,06	0,45	-2,77	0,56	0,48	1,09	-2,51	-0,47	0,26
Elementos Mayoritarios Totales												
Calcio Total	mg/L	0,2	191	149	290	559	301	439	167	142	1.415	1.461
Magnesio Total	mg/L	0,2	711	9.000	427	8.185	268	140	91	205	952	1.076
Sodio Total	mg/L	0,2	7.273	92.250	3.952	80.800	2.138	1.141	619	2.813	12.235	13.956
Potasio Total	mg/L	0,2	1.384	16.695	821	15.630	345	97	82	480	1.478	1.752
Elementos Minoritarios y Trazas Totales												
Aluminio Total	mg/L	0,01	0,071	0,109	82,300	28,800	0,293	1,9	0,1	0,066	0,015	<0.010
Arsénico Total	mg/L	0,001	0,565	1,48	2,38	1,41	0,17	0,360	0,34	0,130	0,84	1,35
Boro Total	mg/L	0,002	41	165,0	22	157,0	14	14,1	10	11,1	90,6	72
Estroncio Total	mg/L	0,001	2,3	3,27	1,33	1,56	2,46	4,20	1,32	4,21	17,30	23,50
Hierro Total	mg/L	0,002	0,421	2,92	75,60	21,800	0,284	2,5	0,09	<0.002	<0.002	<0.002
Litio Total	mg/L	0,003	76,0	1.120	47	765,0	24	5,4	5	32,2	121,0	175,00
Silicio Total	mg/L	0,02	33,0	2,90	33,0	3,8	38,0	49	47,0	30,0	20,0	15,00

Tabla 5-52 (Cont.) Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2019 (4/4)

			MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vertiente Peine			
Punto			201912008404	201912008487	201912008488	201912008489	201912008494			
Informe ETFA			581372-01	582548-01	582545-01	582546-01	582549-01			
Código Analítico Laboratorio			14-10-2019	16-10-2019	16-10-2019	16-10-2019	16-10-2019			
Fecha de Muestreo			03:25:00 p.m.	06:45:00 p.m.	04:48:00 p.m.	05:38:00 p.m.	07:00:00 p.m.			
Hora de Muestreo			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab			
Laboratorio			Sector Peine	Sector Peine	Sector Peine	Sector Peine	Borde Este			
Sector			Parámetros	Unidad	Límite de Detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros In Situ										
pH	UpH	0,01	6,61	6,86	7,17	7,16	7,41			
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	241500	58520	63440	26640	4126			
Temperatura	°C	0,01	20,56	20,28	22,21	34,4	23,17			
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	108700	29270	31710	12760	2067			
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,15	2,76	2,37	2,91	4,91			
Físicoquímico Laboratorio										
pH	UpH	-	6,89	7,14	7,28	7,31	7,77			
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1,00	243.000	60.200	65.100	26.600	4.270			
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3,00	356.767	39.633	45.333	17.100	2.680			
Densidad	g/mL	0,9	1,22	1,03	1,03	1,01	1,00			
Elementos Mayoritarios Disueltos										
Aniones										
Cloruros	mg/L	0,5	189.720	21.639	24.145	8.710	985			
Sulfatos	mg/L	1,00	15.242	2.223	1.601	770	745			
Bicarbonato ¹	mg/L	1,22	450	312	189	168	124			
Nitrato ²	mg/L	<0,89	8,28	1,77	4,65	1,33	4,52			
Cationes										
Calcio Disuelto	mg/L	0,2	312	303	442	264	309			
Magnesio Disuelto	mg/L	0,2	8.632	815	874	371	90			
Sodio Disuelto	mg/L	0,2	84.100	11.325	10.910	4.620	456			
Potasio Disuelto	mg/L	0,2	16.980	2.312	2.054	702	28			
Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos										
Estroncio Disuelto	mg/L	0,001	3,20	8,70	4,0	2,70	2,39			
Litio Disuelto	mg/L	0,003	1.575	110	137	51	0,6			
Boro Disuelto	mg/L	0,002	668,0	50,0	68	23	8,99			
Balance Iónico (%)			-5,28	-0,54	-5,15	1,43	-1,14			
Elementos Mayoritarios Totales										
Calcio Total	mg/L	0,2	327	319	453	275	316			
Magnesio Total	mg/L	0,2	9.132	832	883	381	92			
Sodio Total	mg/L	0,2	85.150	11.758	11.050	4.753	468			
Potasio Total	mg/L	0,2	16.980	2.312	2.054	702	28			
Elementos Minoritarios y Trazas Totales										
Aluminio Total	mg/L	0,01	<0.010	0,190	0,164	0,0	0,026			
Arsénico Total	mg/L	0,001	6,95	0,78	10,900	0,43	0,08			
Boro Total	mg/L	0,002	670,0	51,6	69	25	10,6			
Estroncio Total	mg/L	0,001	4,00	8,71	4,7	2,74	2,43			
Hierro Total	mg/L	0,002	<0.002	0,986	21,000	<0.002	<0.002			
Litio Total	mg/L	0,003	1.590	148	166	52	1			
Silicio Total	mg/L	0,02	0,68	40,0	43,0	35,00	37,0			

N/A: No analizada LM-05, LM-06 y LM-08 presencia de flamencos; Quebrada Camar, sin acceso al punto por permiso de la Comunidad

Fuente: Elaboración propia.

Las campañas anteriores, se presentan en conjunto, con todos los registros de calidad química de aguas histórico, en el Anexo H de este documento.

Conductividad Eléctrica en el Salar de Atacama

La conductividad eléctrica ha sido un parámetro de clasificación del tipo de agua, utilizado en la evaluación ambiental, para poder hacer la distinción entre aguas que son parte del Núcleo (salmuera) y las aguas que se encuentran en las cuencas aportantes (agua dulce - salobre). Para facilitar el entendimiento del análisis que se presenta a continuación, se entrega en la Tabla 5-53, los rangos de conductividad que presentan las muestras, los cuales también fueron utilizados en la evaluación ambiental del Proyecto.

Tabla 5-53 Clasificación de los tipos de agua

Tipo de Agua	SDT (mg/L)	CE (μS/cm)
Dulce	0 – 4.200	0 – 4.500
Salobre	4.200 – 200.000	4.500 – 200.000
Salmuera	> 200.000	>200.000

Fuente: Tabla 7-6 Anexo 1 Adenda 5.

Cumplimiento del error de Balance Iónico

El error de balance iónico se calculó para todas las muestras a partir de la siguiente expresión con los cationes Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Sr²⁺, Li⁺ y B⁺, y aniones Cl⁻, HCO₃²⁻, SO₄²⁻ y NO₃⁻ (ver metodología en Capítulo 4).

$$\text{error de balance (\%)} = 100 \times \frac{\text{suma de cationes} - \text{suma de aniones}}{\text{suma de cationes} + \text{suma de aniones}} (\text{meq/L})$$

Los errores obtenidos se incluyen en las tablas anteriores de resultados químicos. De las 197 muestras analizadas el 2019, el 64,5% de las muestras (127) presenta un error inferior al 5%, 21 muestras (10,7%) presentan un error entre 5% y 7% (ambos porcentajes inclusivos), 33 muestras (16,8%) presentan un error de balance inferior entre 7% y 10% y 16 muestras (8,1%) presentan un error de balance mayor que 10%, todo lo anterior en valor absoluto.

Estos porcentajes de cumplimiento se consideran adecuados por la tipología de muestras analizadas (mayoritariamente muestras salobres y salmueras), siendo que los lineamientos de la Guía SEA, 2102, “de carácter indicativo y referenciales”, son aplicables para aguas dulces y no consideraría las aguas salobres y salmueras Validación de resultados, cálculo del Balance Iónico y otras verificaciones de este documento).

Representación de resultados

A continuación, se presenta la variabilidad histórica de los valores medidos y analizados, a través de diagramas o gráficos de caja para los parámetros físico-químicos, el cual incluye tablas de estadígrafos, así como gráficos temporales que permiten ver las tendencias a través del tiempo los parámetros analizados en *in situ* y en el laboratorio.

Las tablas de estadígrafos que se presentan tienen por objetivo mostrar, por un lado, la cantidad de registros históricos totales que se tienen para cada punto (Nº Datos) y, por otro, los valores representativos de los diagramas de caja, vale decir: mínimo (Min), Percentil 25% (P25), mediana, Percentil 75% (P75), máximo de la serie (Máx.) y rango intercuartílico (RQ). Cabe señalar que, el rango intercuartílico corresponde a la diferencia entre el primer cuartil (P25) y el tercer cuartil (P75), dicho de otra forma, el RQ se utiliza para describir la dispersión de los datos, a medida que aumenta la dispersión mayor será el rango intercuartílico.

En los diagramas de caja que se han generado para cada parámetro físico-químicos y sector de análisis, los puntos del PSAH de aguas superficiales se han representado en color naranja, los puntos de aguas subterráneas somera se han destacado en color verde y los puntos de aguas subterráneas profunda se han representado en color azul. Respecto a los diagramas propiamente tal, los extremos de la caja interior en tonos grises representa los percentiles 25% y 75%, indicado como “P25” y “P75” respectivamente en las tablas de estadígrafos. La línea entre los tonos grises de cada caja, corresponde a la mediana de la serie de datos. Los bigotes de los diagramas, tanto superior como inferior, corresponden a los valores de 1,5 veces el RQ³¹ de cada serie de datos. Fuera de los bigotes se muestran los valores fuera de tendencia de cada una de las serie históricas de valores para cada parámetro analizado. Es importante señalar que estos valores no corresponden a valores *outliers* o anómalos, los cuales son quitados de gráficas y análisis como se indica a continuación, sino mas bien, corresponden a datos que se encuentran fuera de la tendencia histórica de cada serie, considerando el criterio RQ.

A partir de las concentraciones de los elementos mayoritarios (cationes y aniones) se han elaborado los diagramas de Piper, con el objetivo de caracterizar el tipo de aguas, y visualizar si las composiciones químicas han variado respecto a las tendencias naturales o históricas.

³¹ RQ corresponde al rango intercuartílico (diferencia entre P75 y P25)

Valores Anómalos o “Outliers”

Respecto de la identificación de datos anómalos o “outliers” de la composición química del agua, se realizó una depuración de ellos con la finalidad de generar gráficos y tablas de estadígrafos que sean útiles para analizar la mantención de los parámetros dentro de la variabilidad natural del sistema. Para ello, se utilizaron los siguientes criterios:

- Para aquellos registros que poseen una cantidad de datos menor a 30, se utilizaron criterios amplios sobre la mediana, asegurando que corresponden a datos fuera de rango, además de validación visual.
- Para los puntos de monitoreo que poseen una cantidad de datos mayor a 30, se considera que la muestra es lo suficientemente grande y los registros independientes entre sí, por lo tanto, se puede aplicar el teorema del límite central, que permite asumir que los parámetros químicos tendrán una distribución normal. Se considera un intervalo de confianza de 3 desviaciones estándar (DV), es decir, los valores atípicos detectados son aquellos que quedan fuera de este margen, los cuales son como máximo 0,27 % de los datos. En el caso donde existen diferencias significativas entre los datos, se aplicó el criterio anterior en dos iteraciones de limpieza de datos, esto con el fin de detectar un posible outlier que sea enmascarado por otro de mayor magnitud.
- Para las medidas de conductividad eléctrica (CE) superior a los 300.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dichos registros han sido eliminados de los gráficos y no fueron consideradas para el cálculo de estadígrafos. Lo anterior se basa en que el dato outlier superior a los 300.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ es considerado un error, ya que son datos obtenidos a partir de muestras diluidas. Se aplica el mismo criterio para conductividad eléctrica in situ.

En el caso particular del agua de salmuera (Pozos MP-XXB), cuando se tienen registros con CE menores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, éstos han sido considerados anómalos o *outliers*, dado que corresponden principalmente a muestras que han sido tomadas erróneamente en pozos de agua salobre (MP-XXA) homólogos. Se debe indicar que éstos si se incluyen en los gráficos y tablas de estadísticos de este parámetro, pero no se consideran característicos de este tipo de agua.

Cabe recalcar que los valores anómalos identificados solo fueron excluidos de gráficos y tablas de estadígrafos, pero, en ningún caso, fueron eliminados de la base de datos, que se presenta en el Anexo H (Anexos H-1 y H-2). En el Anexo H-7), se presentan en detalle todos los registros considerados anómalos.

Es importante destacar que, como se señaló, los valores anómalos solo fueron excluidos de gráficos y tablas de estadígrafos. Sin embargo, esto se aplicó sólo para los datos registrados hasta diciembre de 2018, ya que en este informe se deben presentar todos los datos registrados en 2019, los cuales la SMA no ha tenido a la vista, y que, eventualmente, podrían salir del registro de datos anómalos en caso que fueran consistentes con una tendencia futura de la concentración del parámetro. Por esto, en el texto explicativo de cada gráfico que presente uno o más datos anómalos de 2019, se indicará cuál es el punto de monitoreo, fecha y valor registrado.

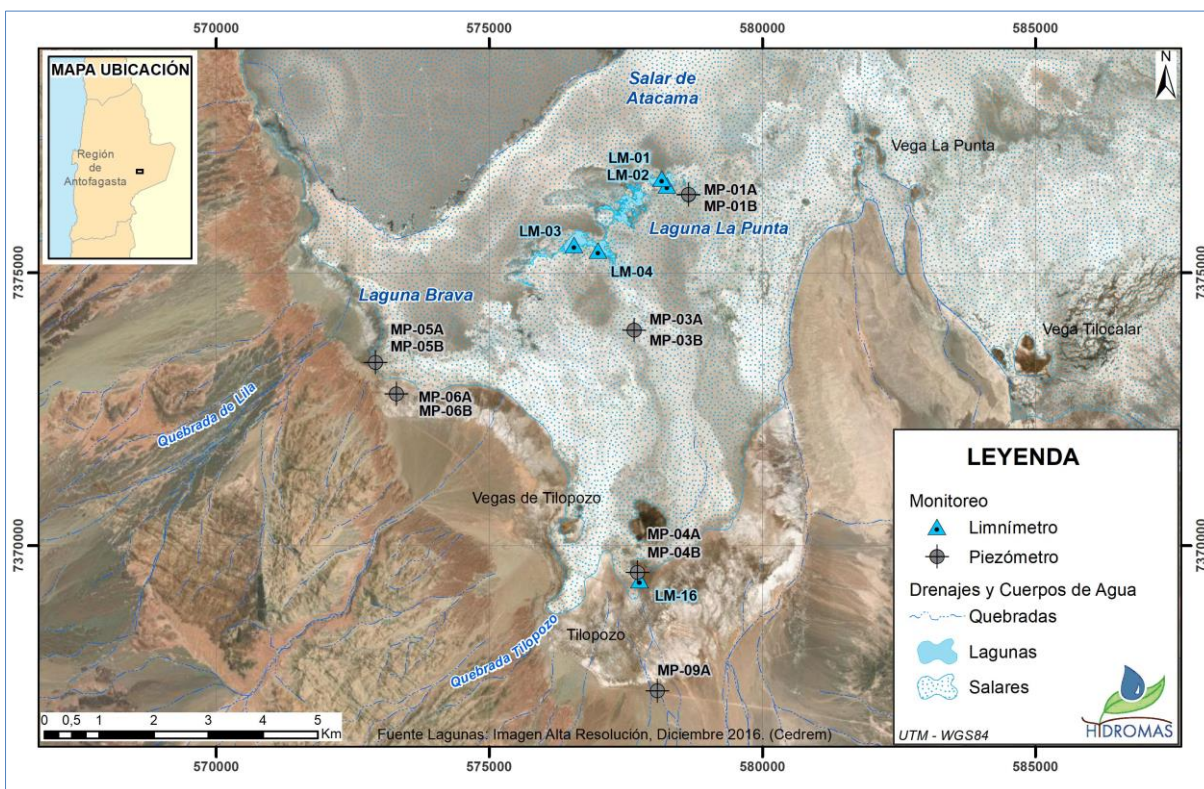
A continuación, se presentan los resultados gráficos, estadígrafos, resultados tabulares y gráficas temporales para cada uno de los parámetros por sector de análisis y por tipo de grupo de parámetros, siguiendo el orden de lo indicado en la Tabla 4-1 del Capítulo 4 de este documento.

Importante de señalar es que, el análisis y descripción que se presenta de los resultados de cada parámetro, hace énfasis en su comportamiento temporal y los estadígrafos característicos considerados, son la mediana y para el caso de hablar de rangos en los sectores, se refiere fundamentalmente a los percentiles 25% (P25) y 75% (P75).

5.8.1 Sector La Punta – La Brava

La ubicación de los puntos de monitoreo de este sector se presentan en la siguiente figura:

Figura 5-100 Localización puntos de monitoreo Sector La Punta – La Brava



Fuente: Elaboración propia.

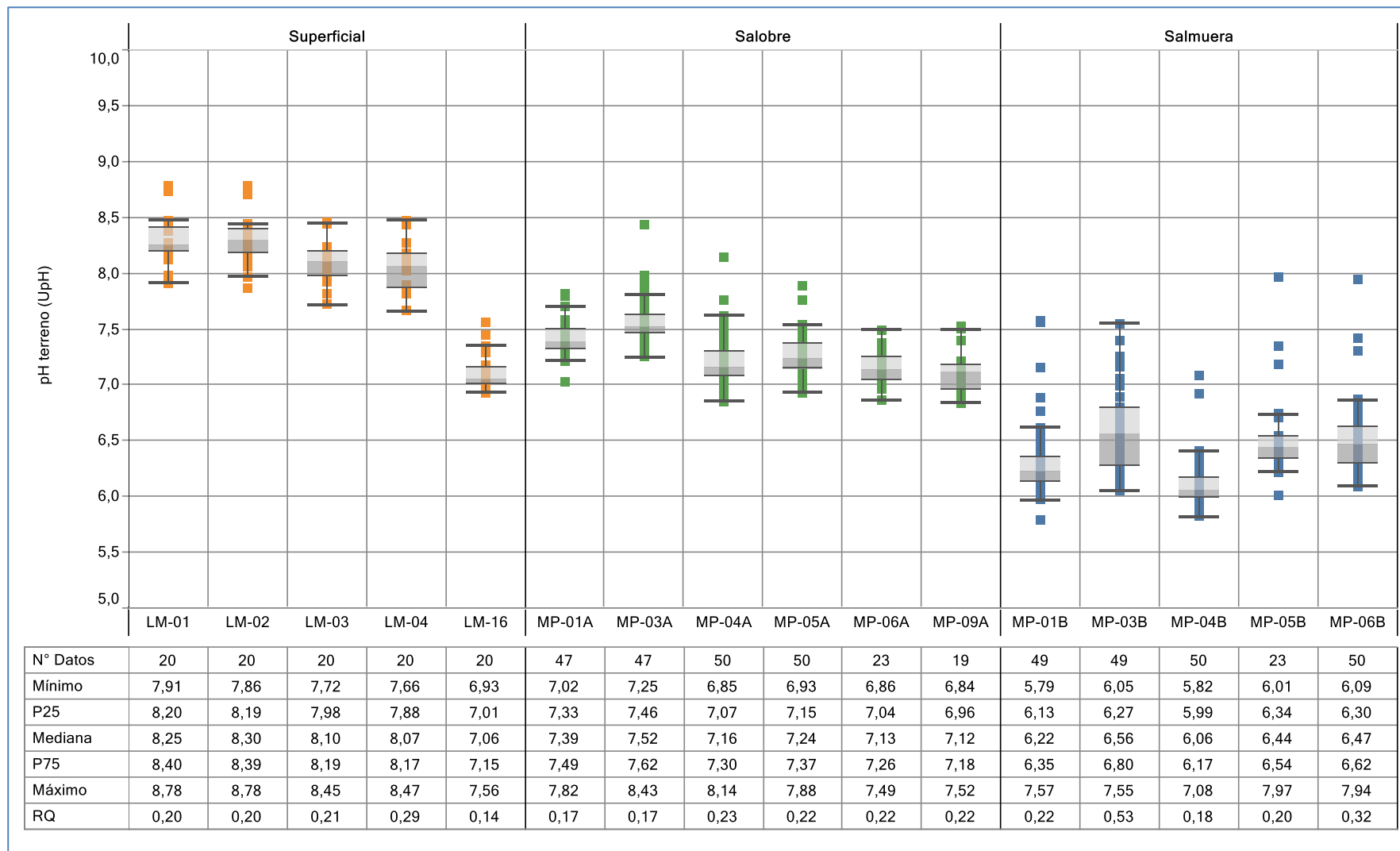
Parámetros Físico Químicos in situ

pH in situ

Los resultados de pH para el Sector La Punta-La Brava, considerando los diagramas de caja y tabla con estadígrafos, que se presentan en la Figura 5-101, indican claramente que las aguas superficiales de las lagunas presentan unidades de pH mayores que las aguas de pozos, con medianas que varían entre 8,07 UpH en LM-04 a 8,30 UpH en LM-02. Las aguas salobres de este sector presentan rangos de pH intermedios, con medianas que varían entre 7,12 UpH en MP-09A a 7,52 UpH en MP-03A y las salmueras son las que presentan en general el pH mas bajo, con valores de medianas que varían entre 6,06 UpH en MP-04B a 6,56 upH en MP-03B, manteniendo los valores rangos históricos.

El punto LM-16, se encuentra en el sector denominado Tilopozo, ubicado al sur del resto de los puntos de las lagunas, con un pH de tendencia neutra (mediana de 7,06 UpH).

Figura 5-101 Diagrama de Caja, pH *in situ* histórico (UpH), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Conductividad Eléctrica *in situ*

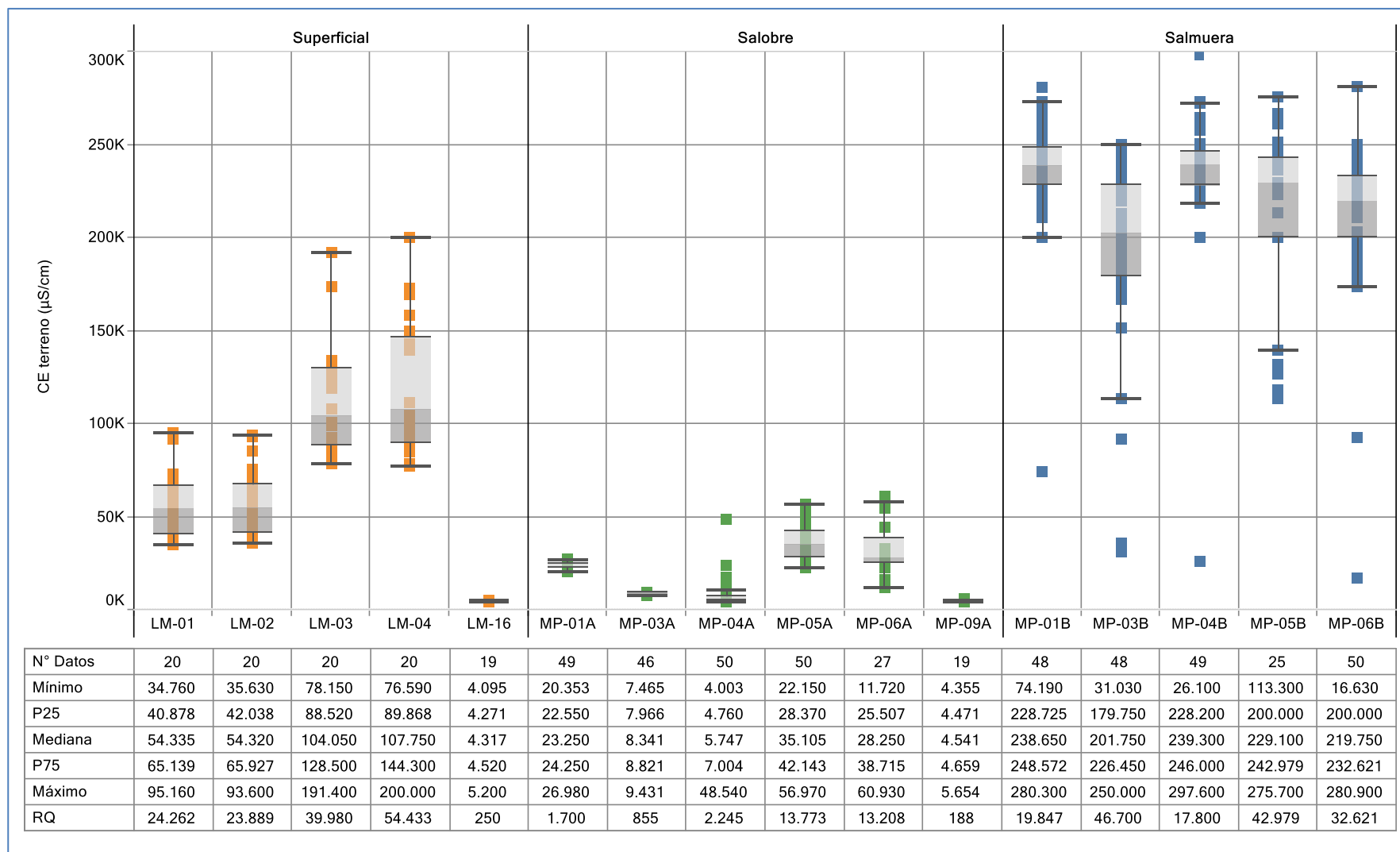
Respecto a la Conductividad Eléctrica (CE) del sector La Punta-La Brava (Figura 5-102), se aprecia que la salmuera (pozos “MP-XB”) presenta mayor variabilidad en los rangos de C.E que las aguas superficiales (“LM”) y que las aguas salobres (pozos “MP-XA”). Cabe destacar que se tienen valores registrados en terreno que son mayores a 300.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que se interpretan como anómalos debido a los límites de detección máximos del instrumental de terreno, por lo que puede registrar valores muy altos. Estos valores no se consideran en los rangos de variación presentados, y el detalle de éstos se presentan Anexo H-7.

Se debe indicar para este criterio que para algunas muestras de salmuera (pozo MP-XXB), se tienen registros históricos de conductividad eléctrica menores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los cuales corresponden principalmente a muestras que han sido tomadas erróneamente en pozos de agua salobre (MP-XXA) homólogos. Estos registros se incluyen en los gráficos y tablas de estadísticos de este parámetro, pero como fue mencionado no se consideran característicos de este tipo de aguas.

Para las aguas subterráneas profundas (salmuera), el rango de la mediana de CE varía en un rango aproximado entre los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los 240.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor de mediana de 225.710 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este valor es consistente con la presencia de aguas más salobres a medida que se profundiza la medición, por cuanto se acerca a la Interfase Salina. Para el caso de las aguas subterráneas someras (salobres), este rango está dado por un P25 de 4.471 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-09A) y un P75 de 42.143 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-05A). En general, estas aguas presentan los valores más bajos de CE del sector.

Todas las aguas de las lagunas La Punta-La Brava, representadas por los puntos LM-01 hasta LM-04, registran valores mayores a 34.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y menores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que son aguas salobres. En términos de la mediana, los puntos LM-01 y LM-02 presentan conductividades menores, con medianas en torno a 55.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y los puntos LM-03 y LM-04 presentan medianas en torno a 105.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para el punto LM-16, ubicado al sur del sector, las conductividades son menores al resto de las lagunas, con mediana de 4.317 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5-102 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica *in situ* histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

Para los Sólidos Disueltos Totales (SDT), Figura 5-103, dada la correlación natural que tienen con la CE, la situación que se observa para los diferentes puntos, tanto superficiales como subterráneos es similar.

Para los pozos de la salmuera, "MP-XB", presentan valores más altos, cuya mediana sobrepasa los 100.000 mg/L, indicando que son aguas más profundas y los pozos "MP-XA" presentan una concentración de SDT más bajas, con un valor máximo de 41.170 mg/L (MP-03A).

En el caso de los puntos superficiales, LM-01 y LM-02 tienen valores registrados entre 1.880 mg/L (LM-02) y 47.600 mg/L (LM-01), los que son menores respecto de los puntos del otro extremo del sistema lagunar, LM-03 y LM-04, que presentan valores mayores de 38.300 mg/L (LM-04) y que van hasta los 115.300 mg/L (LM-04). El punto LM-16, presenta valores de SDT menores al resto de puntos en las lagunas, con un rango entre 2.083 mg/L a 2.600 mg/L, debido a que corresponde a un punto aguas abajo de las lagunas.

Oxígeno Disuelto *in situ*

El contenido de Oxígeno Disuelto (O.D.), Figura 5-104, es inverso a los contenidos de CE y SDT. Mientras más sales se presenta la muestra, menor es la concentración de O.D. que se registra.

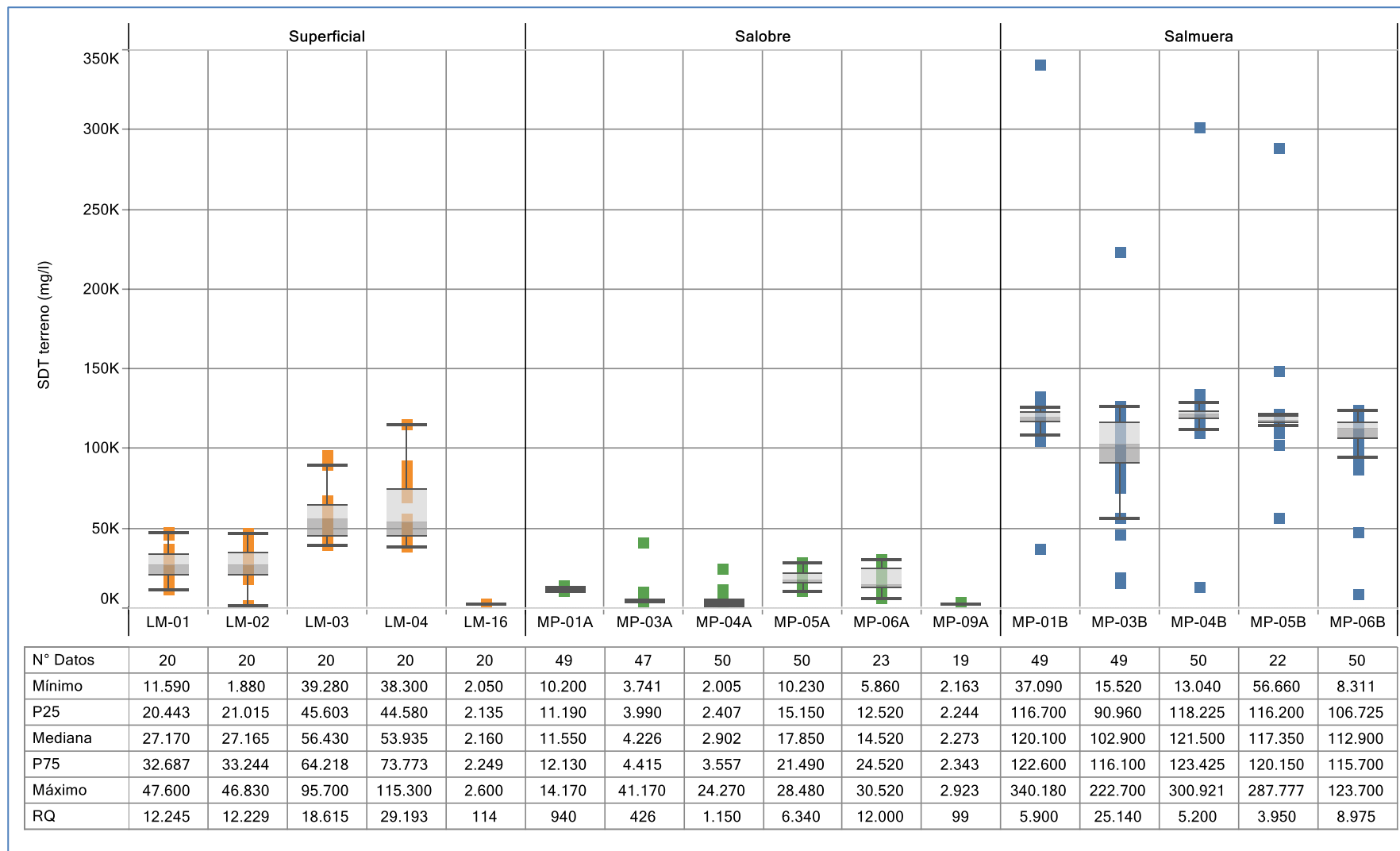
Los puntos LM-01 y LM-02, presentan en general medianas del orden de 4 mg/L, con la mayor dispersión en puntos superficiales, y los puntos LM-03 y LM-04 presentan menor contenido de O.D. con medianas del orden de 2 mg/L, al igual que el punto LM-16.

Los pozos que monitorean salmuera, presentan menor contenido de O.D., con valores de mediana que se encuentran bajo los 0,5 mg/L y presentan menor dispersión. Este comportamiento es consistente con la condición de poca aireación de las aguas profundas.

Temperatura *in situ*

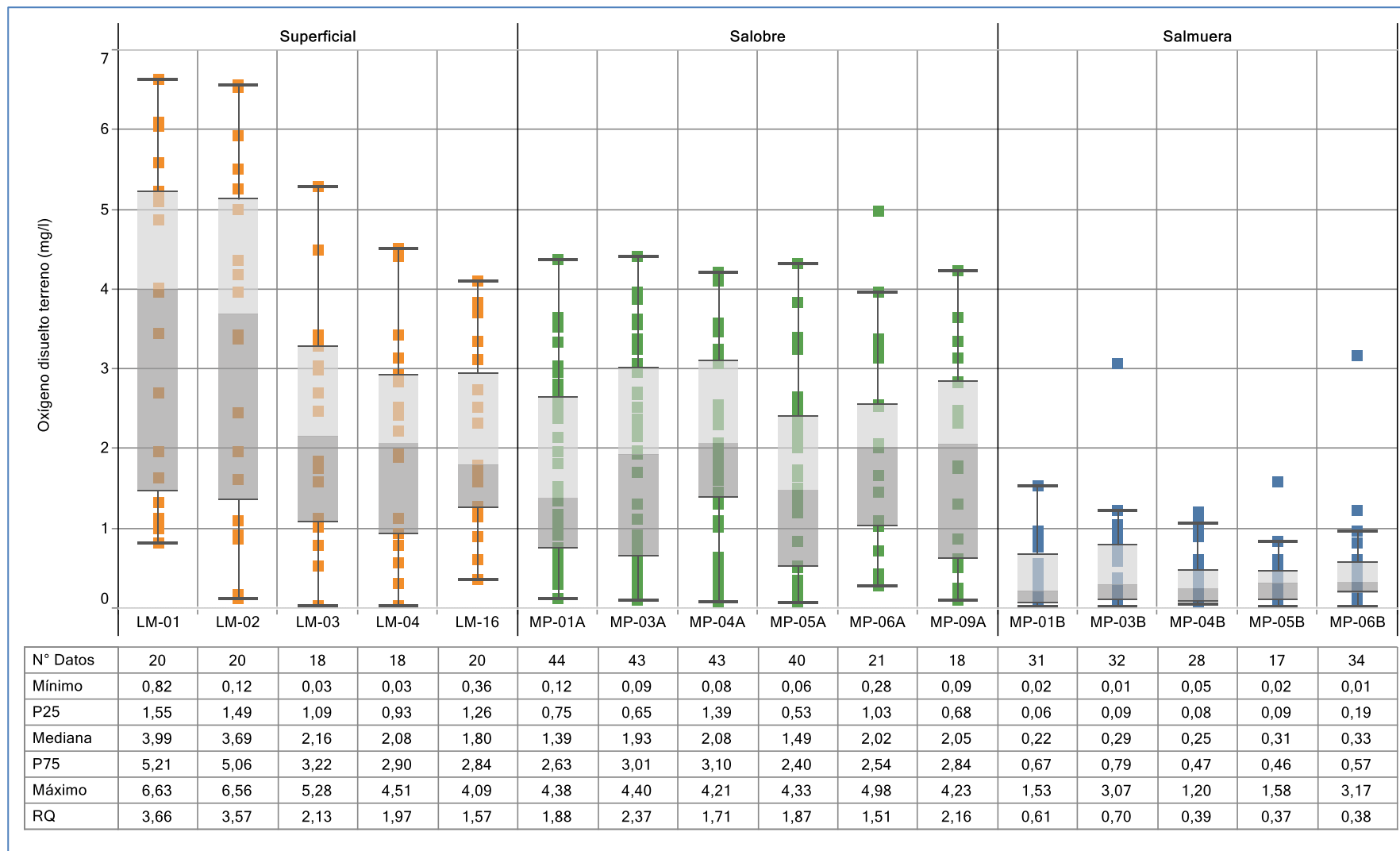
Para la temperatura del agua (°C), Figura 5-105, los puntos de salmuera presentan un amplio rango de temperatura, con mín de 13 °C y máx. de 30 °C aproximadamente, de los cuales los puntos MP-01A, MP-01B, MP-03A y MP-03B indican medianas de alrededor de los 16 °C (acercándose a los valores de las lagunas) y el resto de los puntos un promedio de medianas de alrededor de 22 °C. Las aguas superficiales, presentan valores de temperaturas de más amplios rango de variación, que van desde los 6,2°C (LM-02) hasta 31,1°C (LM-04), debido a su relación directa con la temperatura ambiente.

Figura 5-103 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



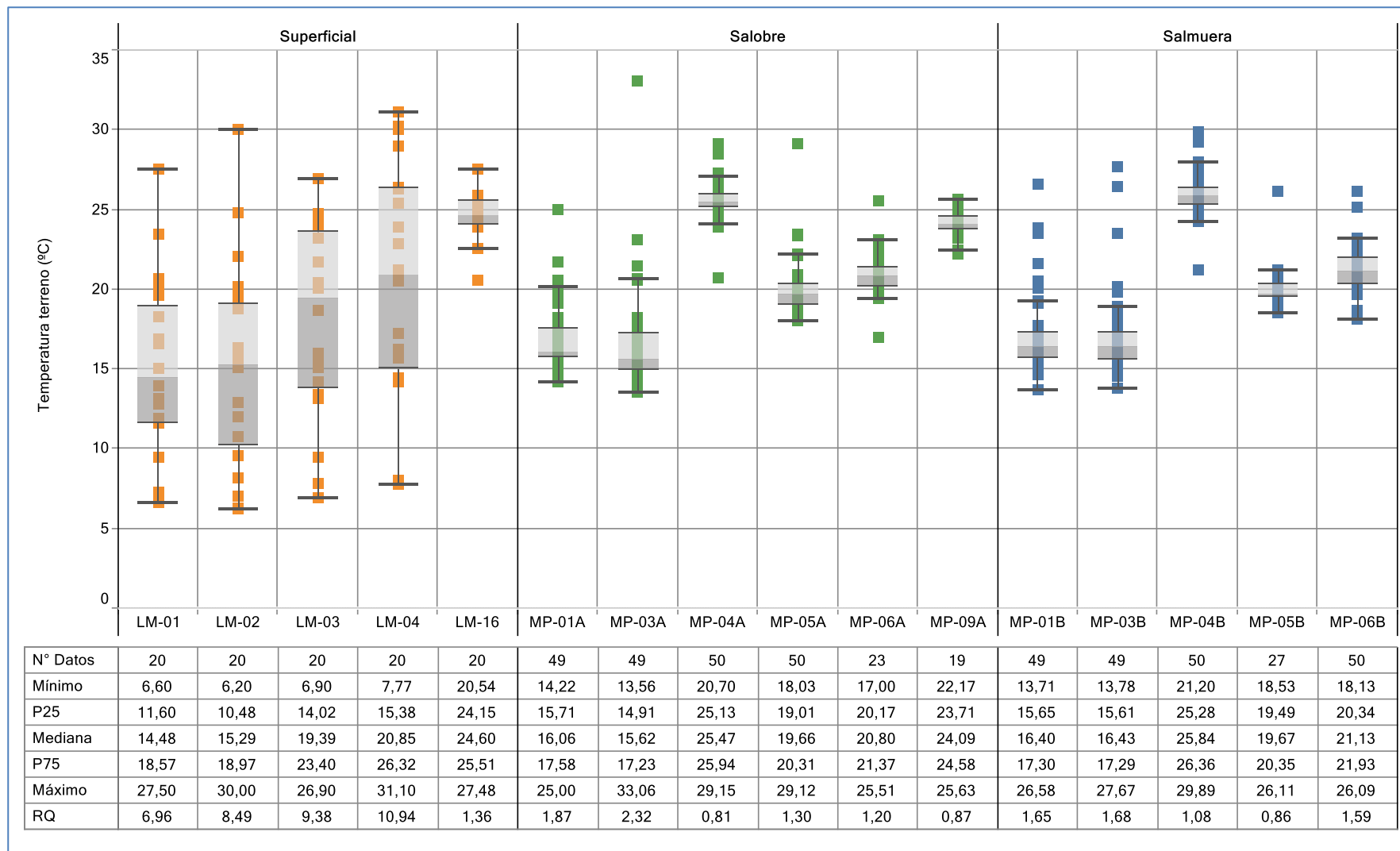
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-104 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in situ histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-105 Diagrama de Caja, Temperatura *in situ* histórico (T°C), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Variación Temporal de los parámetros *in situ*

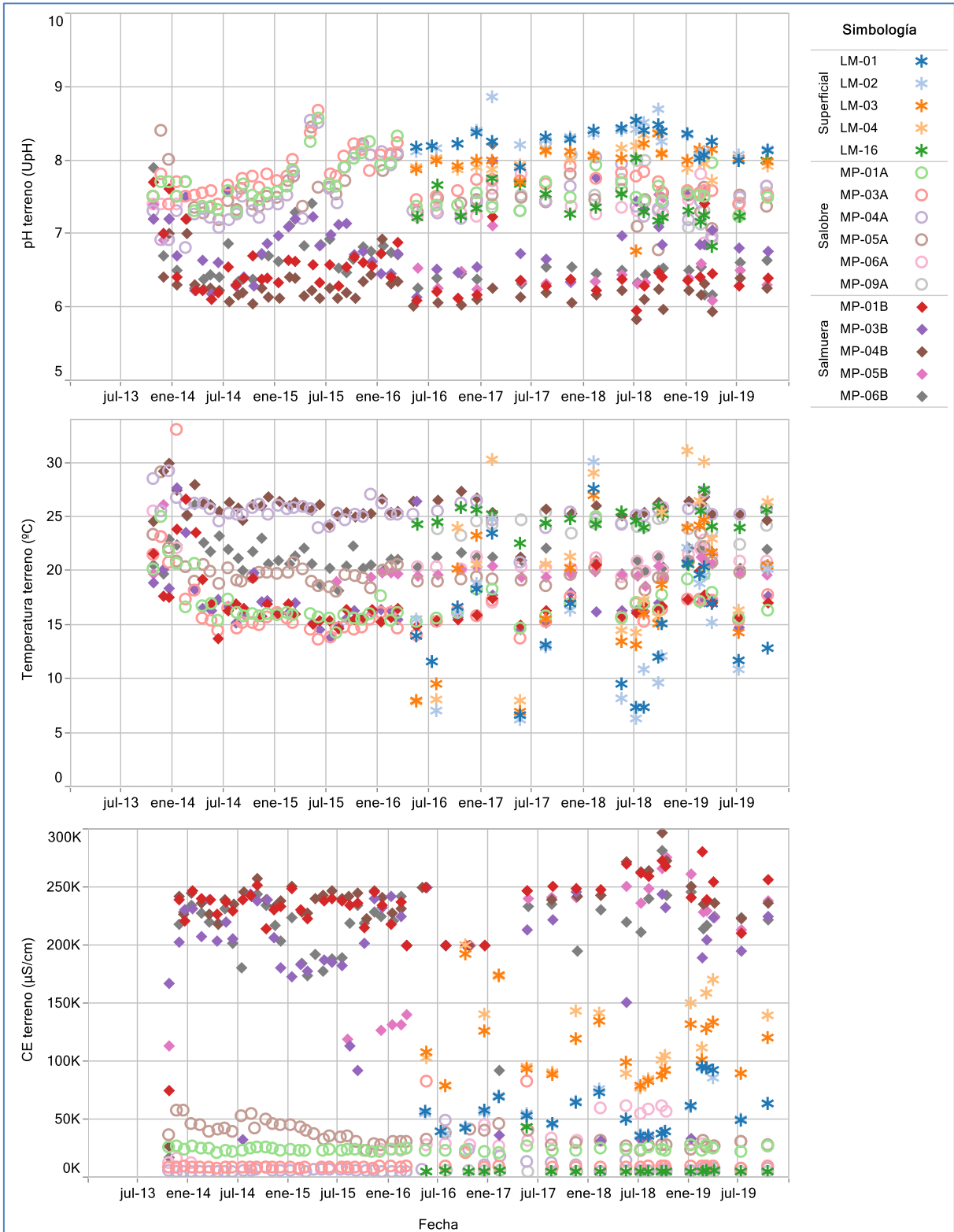
En esta sección se presentan los resultados del comportamiento temporal de estas variables, vale decir, se presenta gráficamente cuál ha sido la variación en el tiempo, representando los datos desde 2013 a 2019.

En la Figura 5-106 y Figura 5-107, se presenta la gráfica para los 5 parámetros *in situ* comprometidos: pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto y Sólidos Disueltos Totales para los puntos del Sector La Punta-La Brava.

La variación temporal de los datos de pozos permite indicar que los valores de parámetros *in situ* para 2019 tienen, en general, un comportamiento similar con variaciones estacionales que se marca mayormente en la temperatura y CE.

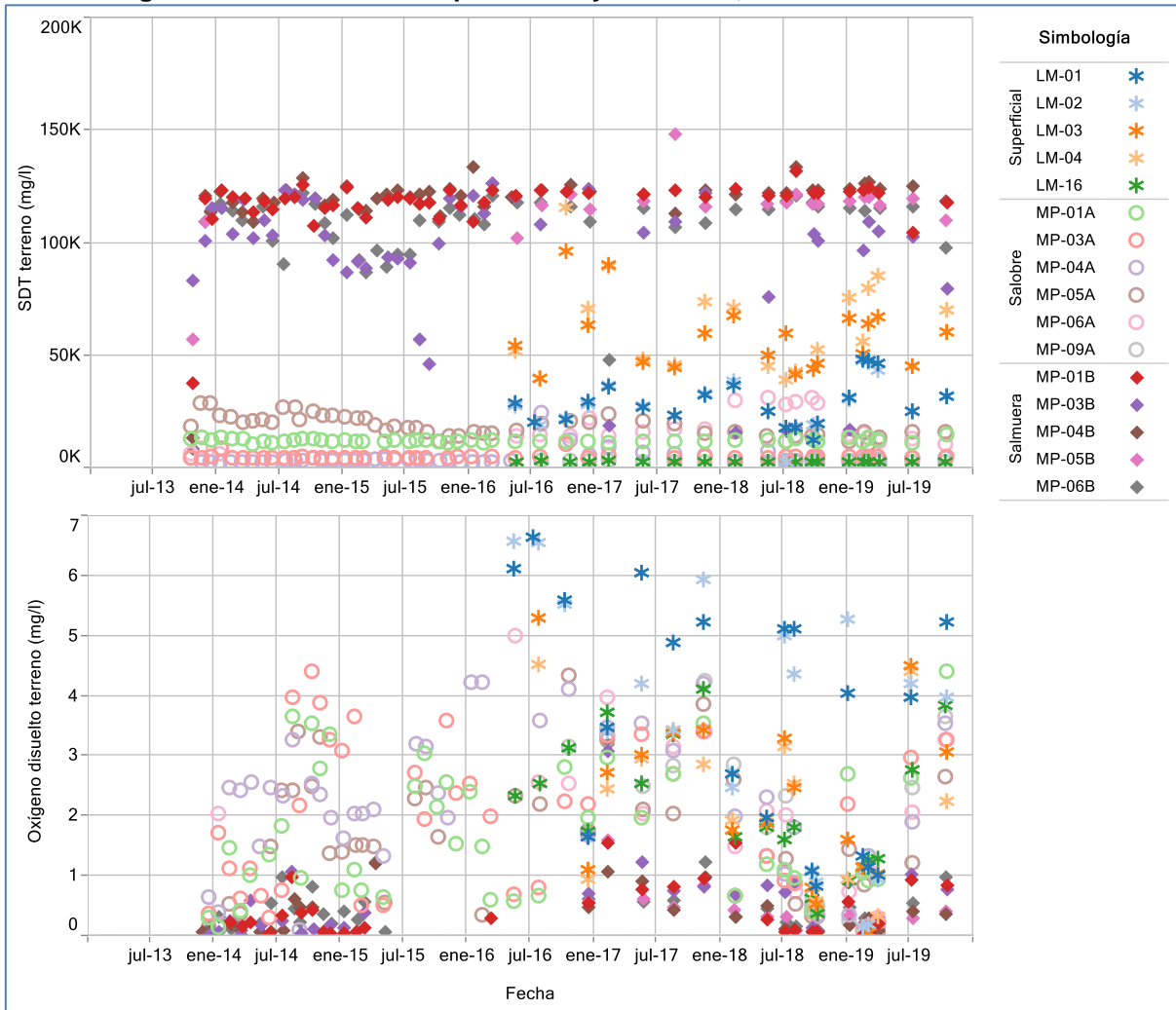
De manera general, el comportamiento de los parámetros analizados durante el año 2019, se mantiene dentro de lo esperado, presentando cambios, como en la CE y SDT, producto de la lluvia en febrero 2019, pero dentro de los rangos de la variación natural y estacional. El resto de los parámetros y del año, los registros son dentro del rango histórico.

Figura 5-106 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE *in situ*, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-107 Variación Temporal: SDT y OD *in situ*, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Parámetros Físico Químicos de laboratorio

A continuación, al igual que para los parámetros comprometidos *in situ*, se presenta un breve análisis junto con diagramas de caja, tablas de estadígrafos y variación temporal de los parámetros físico-químicos comprometidos para análisis en laboratorio, en el sector de La Punta- La Brava.

pH Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio, presentados en la Figura 5-108 son un poco mayores en magnitud que los parámetros medidos *in situ*. Lo anterior es debido a que las condiciones del medio, temperatura y otros, hacen que varíen las concentraciones de los parámetros, respecto de los realizados *in situ*, al simular el estado del ambiente en que estaba la muestra al momento de realizar el análisis. En general, las aguas superficiales y las aguas salobres, se presentan neutras a levemente básicas. Para la salmuera, en cambio, son aguas levemente más ácidas.

Conductividad Eléctrica Laboratorio

En relación a la Conductividad, Figura 5-109, los resultados de laboratorio entregan valores similares a las CE medidas en terreno. La conductividad de las lagunas La Punta y La Brava, presentan valores intermedios, entre las aguas salobres y la salmuera. Lo anterior, se puede atribuir al proceso de evaporación a las que están expuestas las lagunas, produciendo concentración de elementos y sales aumentando así sus conductividades. Al igual que para la CE *in situ*, se tienen valores de conductividad en salmueras bajo los rangos normales de variación de este parámetro, los que se presentan en el gráfico, pero se consideran valores anómalos, debido probablemente a errores en la toma de muestras.

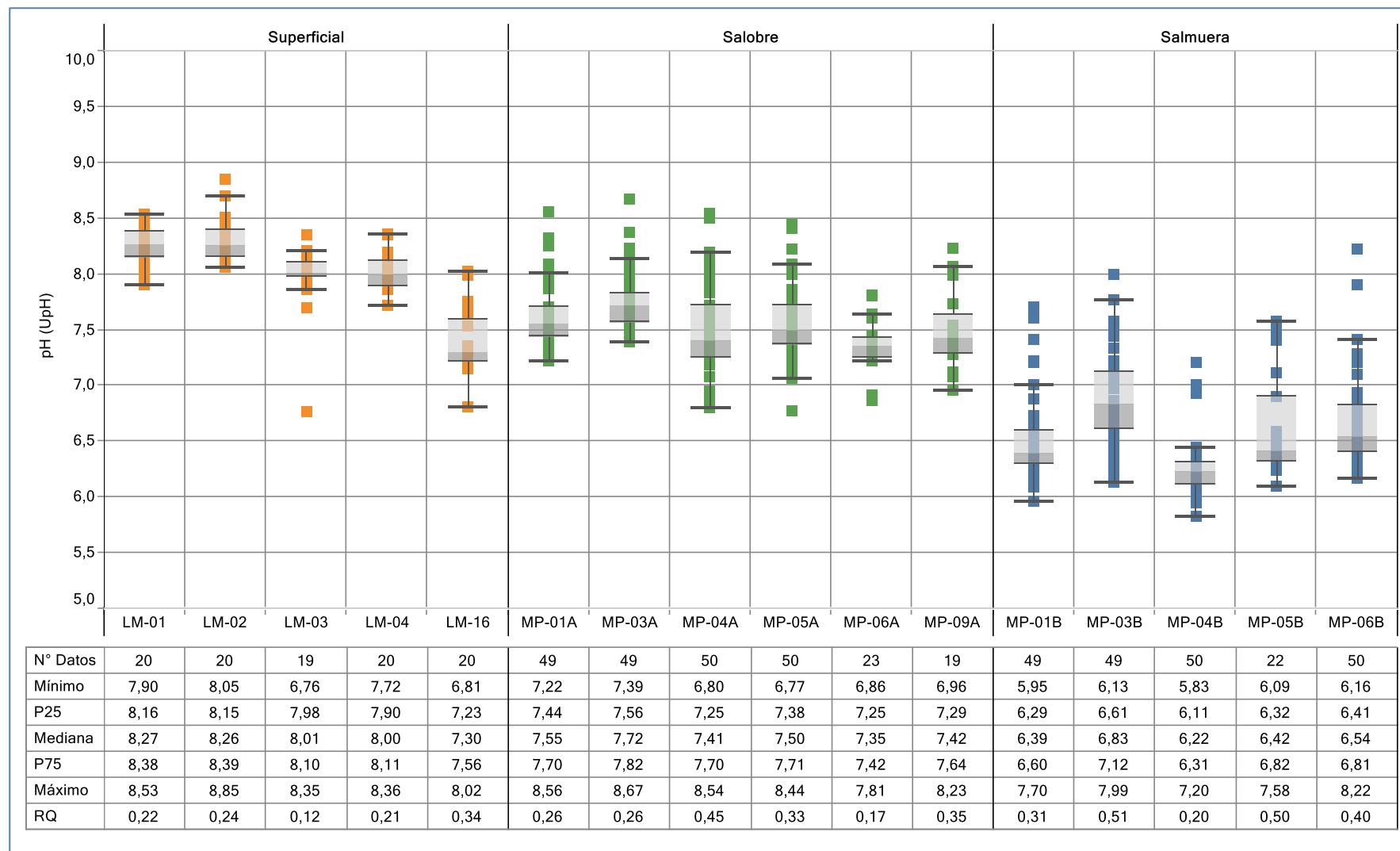
Sólidos Disueltos Totales Laboratorio

En la Figura 5-110 se presentan los datos históricos y se observa que los análisis de laboratorio muestran concentraciones de SDT mayores en relación a las medidas en terreno. Estos valores se observan más marcados en los pozos que monitorean la salmuera.

Densidad Laboratorio

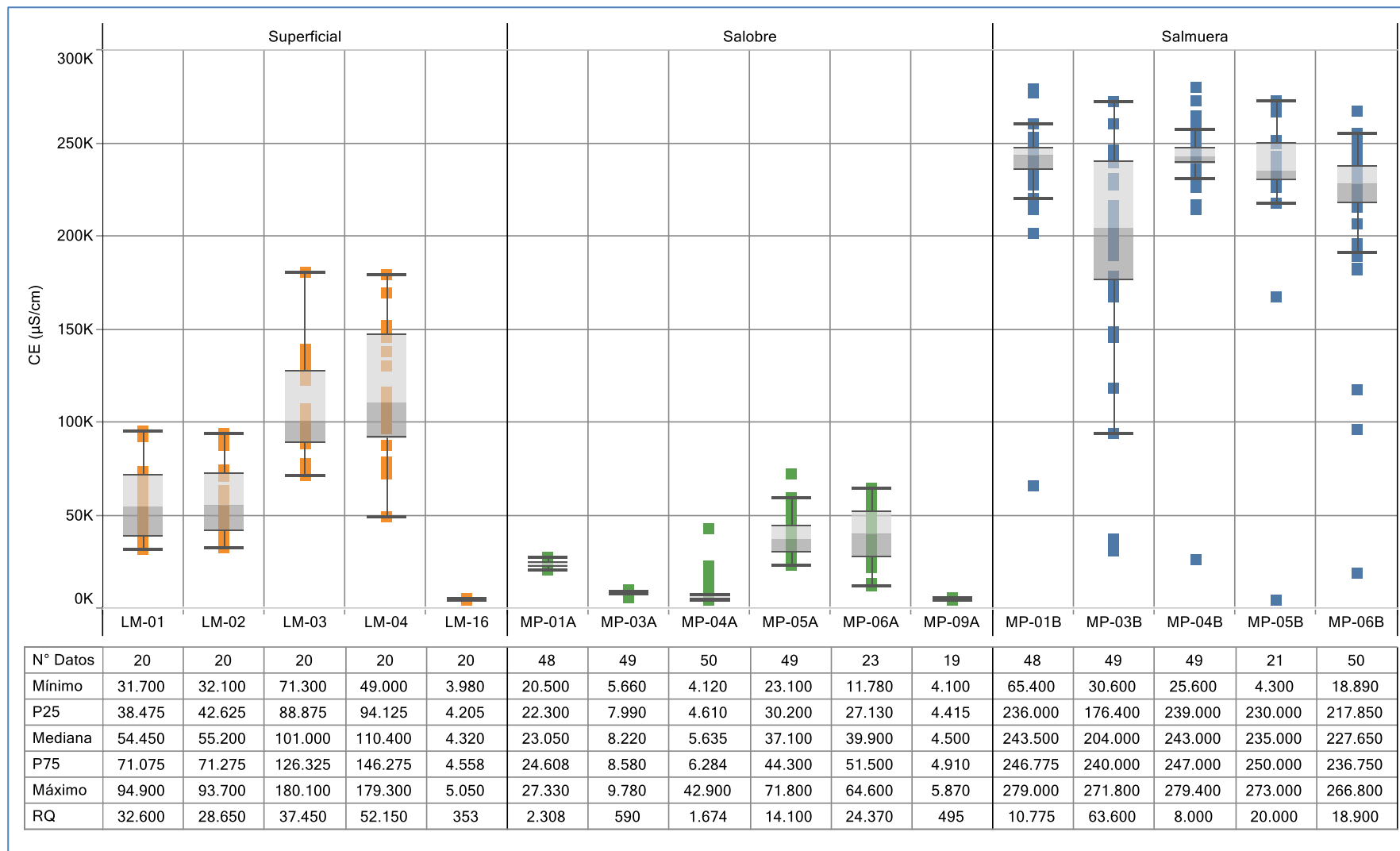
Con respecto a la Densidad, Figura 5-111, los valores para las lagunas son mayores a las aguas salobres, con medianas entre 1 g/mL hasta 1,06 g/mL. Las aguas salobres tienen medianas y percentiles muy cercanos a 1 g/mL y 1,02 g/mL, y presentan muchos valores fuera del P75. Las aguas superficiales son más dulces y más livianas, en contraste con aguas profundas y más salinas, tipo salmueras. La salmuera tiene una densidad que la caracteriza, con medianas entre 1,13 g/mL hasta 1,21 g/mL.

Figura 5-108 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico (UpH), Sector La Punta-La Brava



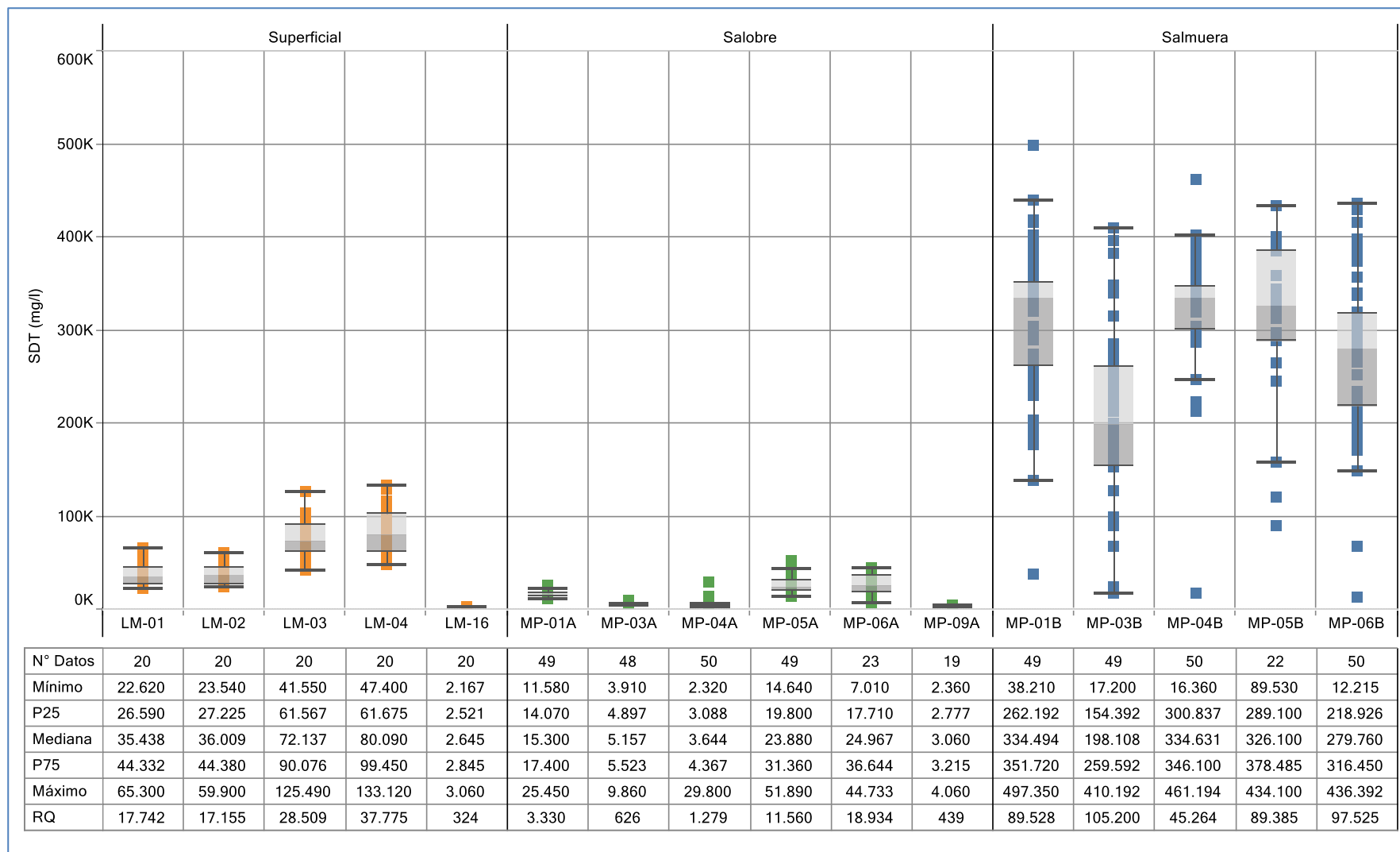
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-109 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava



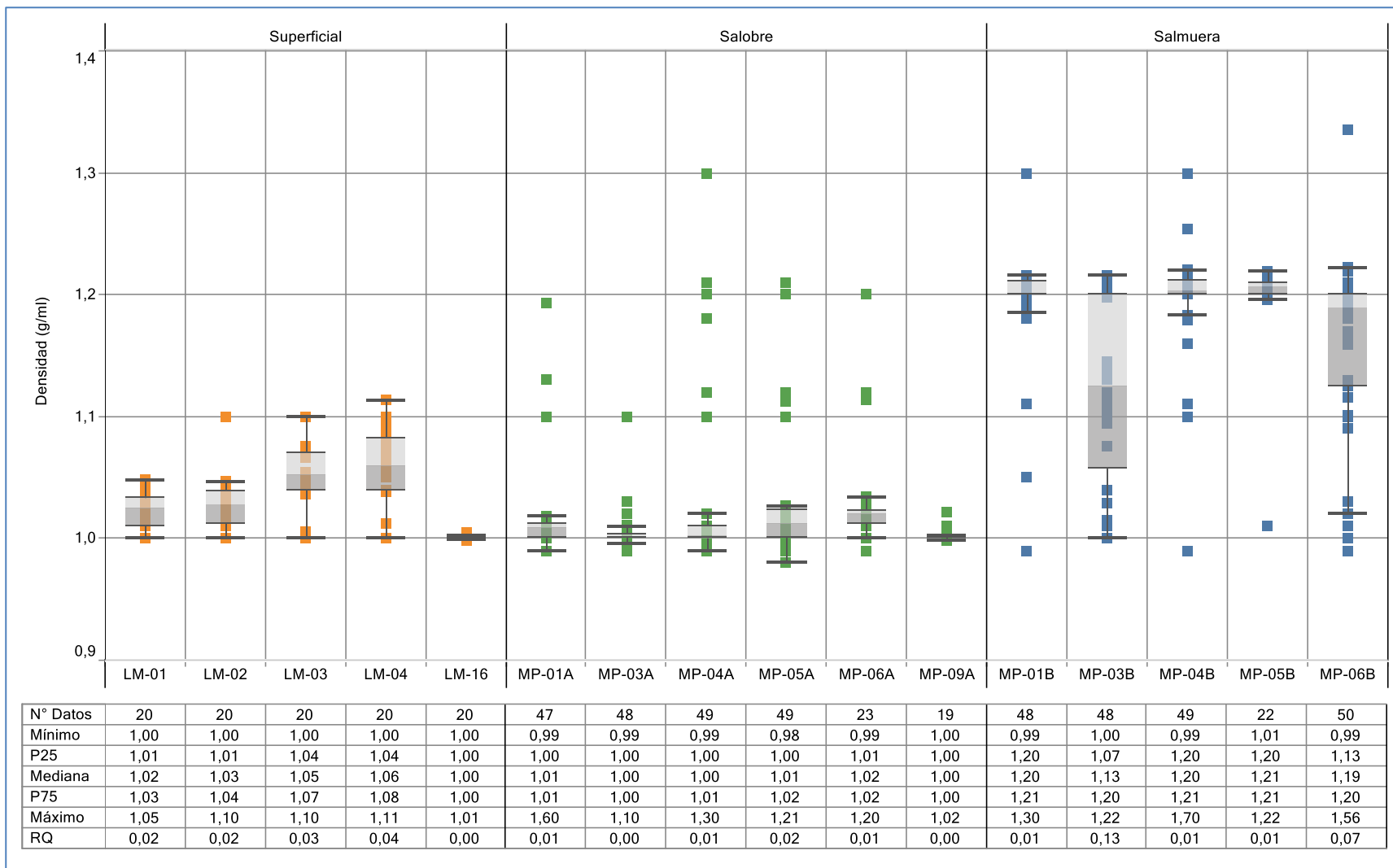
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-110 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-111 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/mL), Sector La Punta-La Brava

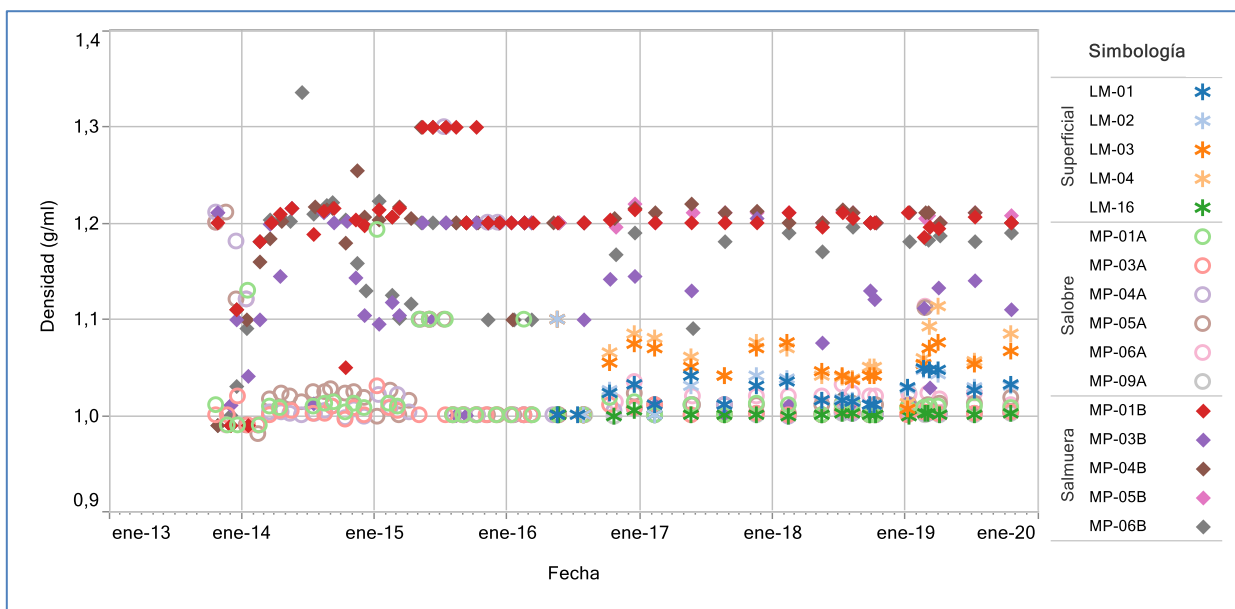


Fuente: Elaboración propia.

Variación Temporal de los parámetros físico-químicos Laboratorio

En la Figura 5-112, se presenta la variación temporal de la densidad y, al igual que para la densidad in situ, se observa claramente un cambio en las densidades para las aguas superficiales, producto de las precipitaciones de febrero 2019. Los puntos LM-01 a LM-04 aumentan su densidad en febrero y marzo volviendo posteriormente a la normalidad. Los demás puntos no se perciben cambios en el resto del año 2019.

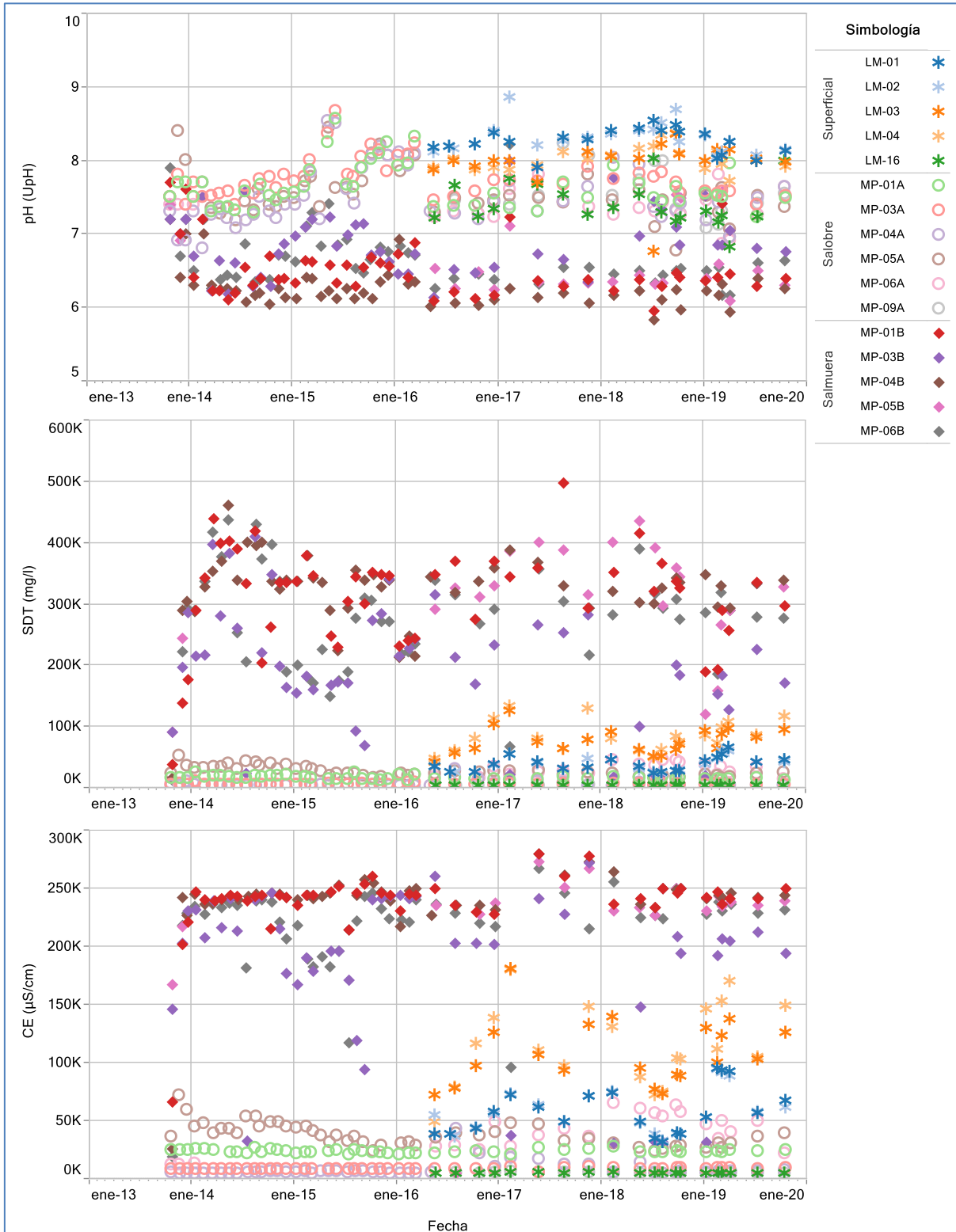
Figura 5-112. Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-113, se presenta la variación temporal de los valores de los parámetros físico-químicos analizados en laboratorio. Al igual que para los parámetros in situ, en general, el comportamiento de los parámetros analizados durante el año 2019, presentan cambios notorios principalmente en las aguas superficiales (LM-01 a LM-04) producto de las precipitaciones del primer trimestre, con bajas de pH y aumentos de SDT y CE entre los meses de febrero y marzo. Posterior a ello, los rangos vuelven a ajustarse a sus variaciones naturales.

Figura 5-113. Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Mayoritarios Disueltos

Los elementos mayoritarios disueltos se dividen en aniones y cationes para su análisis.

Los aniones que se analizan corresponden a Cloruros (Cl^-), Bicarbonatos (HCO_3^-), Nitratos (NO_3^-) y Sulfatos (SO_4^{2-}), y se presentan gráficamente en la Figura 5-114, Figura 5-115, Figura 5-116 y Figura 5-117, respectivamente. Cada una de estas figuras una tabla con los estadígrafos representativos de la serie histórica, de manera de facilitar la comprensión de la información, cuyo análisis se presenta a continuación.

Los registros de Cloruros, muestran un comportamiento distinto para las aguas superficiales, aguas salobres y salmuera. Las aguas superficiales, representadas por los puntos LM, registran valores de mediana entre un mínimo de 19.220 mg/L (LM-01) y máximo de 48.393 mg/L (LM-04) presentan aumentos notorios producto de las precipitaciones de febrero 2019. Para el punto LM-16, la concentración de Cloruros es menor a los anteriores, con mediana de 987 mg/L. Por otro lado, las aguas salobres presentan valores menores a las aguas superficiales, y sin tanta variación producto de las lluvias de febrero, con rango de mediana entre 1.057 mg/L para MP-09A y de 14.035 mg/L en MP-06A. Los pozos profundos, que monitorean la salmuera, por su parte presentan las mayores concentraciones de Cloruros, con valores de mediana que van desde los 120.069 mg/L para MP-03B hasta los 181.878 mg/L para MP-04B, lo que resulta ser consistente con la presencia de la salmuera en profundidad y sin percibir los cambios que si se detectan en superficie.

En el caso de los Sulfatos, al igual que en el caso de los Cloruros, también se observa claramente la diferencia de concentración para las aguas salobres y para la salmuera, con mediana que varían entre 445 mg/L (MP-09A) hasta 1,781 mg/L (MP-06A) para el caso de las aguas salobres, y entre 8.454 mg/L (MP-03B) hasta 17.874 mg/L (en MP-05B), para la salmuera. De la gráfica Figura 5-117, se observa claramente que en el año 2019, producto de las precipitaciones, hubo un aumento de los Sulfatos principalmente en las lagunas, LM-03 y LM-04, mayores que LM-01 y LM-02, pero evidenciando una fuerte influencia en este elemento. Lo anterior, no se evidencia tan marcadamente en las aguas salobres como en el caso de las lagunas. Ya en el segundo semestre, las aguas vuelven a sus rangos naturales y variaciones estacionales típicas.

De la gráfica de los Bicarbonatos, se observa un rango de variación similar entre las 3 fuentes de aguas. El rango completo de las series de datos, se presenta entre un mínimo de 123,5 mg/L en MP-05B, hasta el máximo de 846,7 mg/L en LM-04. Los valores de las medianas se encuentran entre 237,3 mg/L para MP-04B hasta 571,7 mg/L en LM-04. En 2019, destaca el aumento de la concentración de Bicarbonato para las aguas superficiales (LM-03 y LM-04).

Por su parte los Nitratos, en el caso de la salmuera, presentan dispersión en sus valores más que en las otras fuentes. En el caso de las lagunas y aguas salobres, los valores son bajos y similares entre ellos. Para este parámetro, se tiene una serie de valores anómalos dentro del registro histórico de pozos y limnímetros en el sector, los cuales se presentan en detalle en el Anexo H-7. En 2019 no se registra ningún dato anómalo.

En cuanto a la evolución temporal, se observa que, para los 4 aniones analizados, los valores medidos en el 2019, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se mantienen dentro de la variación natural, destacando las aguas superficiales (LM) con aumento de concentraciones debido a las precipitaciones registradas en el primer trimestre del año.

De la misma manera que para los aniones analizados, los cationes mayoritarios que se analizan corresponden a Calcio (Ca^{2+}), Potasio (K^+), Magnesio (Mg^{2+}) y Sodio (Na^+), cuya evolución temporal y tabla con estadígrafos de la serie se presentan en la Figura 5-118, Figura 5-119, Figura 5-120, Figura 5-121, respectivamente.

Una característica común a los 4 cationes considerados es que los pozos profundos, que monitorean la salmuera, presentan los mayores contenidos o concentraciones, mientras que los pozos someros, correspondiente a aguas salobres, presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas superficiales en lagunas y, en algunos, casos éstos son superados por estas últimas.

Las concentraciones de Calcio muestran, en términos de mediana, variaciones para las aguas superficiales entre 156 mg/L (LM-16) a 742 mg/L (LM-04), para las aguas salobres entre 137 mg/L (MP-03A) a 236 mg/L (MP-06A) y, para la salmuera, entre 354 mg/L (MP-05B) a 875 mg/L (MP-03B). En 2019 se identifican 4 valores anómalos³², los cuales son considerados en el gráfico y tabla correspondiente y se detallan en el Anexo H-7. De estos valores anómalos, se debe indicar que los registrados en febrero y marzo son atribuidos al efecto de las precipitaciones estivales, ya que, como se evidencia en la Figura 5-118, este parámetro se ve fuertemente influenciado por las precipitaciones de febrero.

El Potasio se presenta estable a lo largo del tiempo, con valor promedio de las medianas de 592 mg/L para las aguas someras; las lagunas presentan, por su parte, un promedio de las medianas de 2.380 mg/L (a excepción del LM-16 con una mediana de 77 mg/L) y los pozos profundos de 14.425 mg/L. Los valores máximos de estos últimos, pueden llegar hasta 24.000 mg/L, como en el caso del MP-04B. Se evidencia también, de forma muy marcada, el aumento de la concentración de potasio para los primeros meses del año 2019,

³² MP-03B; 20-02-2019; 1.778 mg/L / MP-01A; 08-03-2019; 283 mg/L / MP-03A; 08-03-2019; 228 mg/L / MP-04A; 17-10-2019; 316 mg/L

principalmente en las lagunas, debido a las precipitaciones registradas en febrero, concentraciones que luego retornan su comportamiento normal.

Las concentraciones de Magnesio presentan un comportamiento muy similar a las de Calcio, con los valores más bajos para los pozos someros, con mediana entre los 89 mg/L (MP-09A) y los 622 mg/L (MP-06A). Las lagunas presentan concentraciones mayores, con medianas entre 786 mg/L (LM-01) y 1.827 mg/L (LM-04). Para el punto LM-16, la mediana es menor, con 87 mg/L. Finalmente los pozos profundos (salmuera), pueden llegar medianas de 8.110 mg/L (MP-05B). En 2019 se observa un aumento de la concentración de este parámetro en el primer trimestre, debido a las precipitaciones, en las lagunas. Además, se registran dos valores anómalos, según los criterios definidos³³.

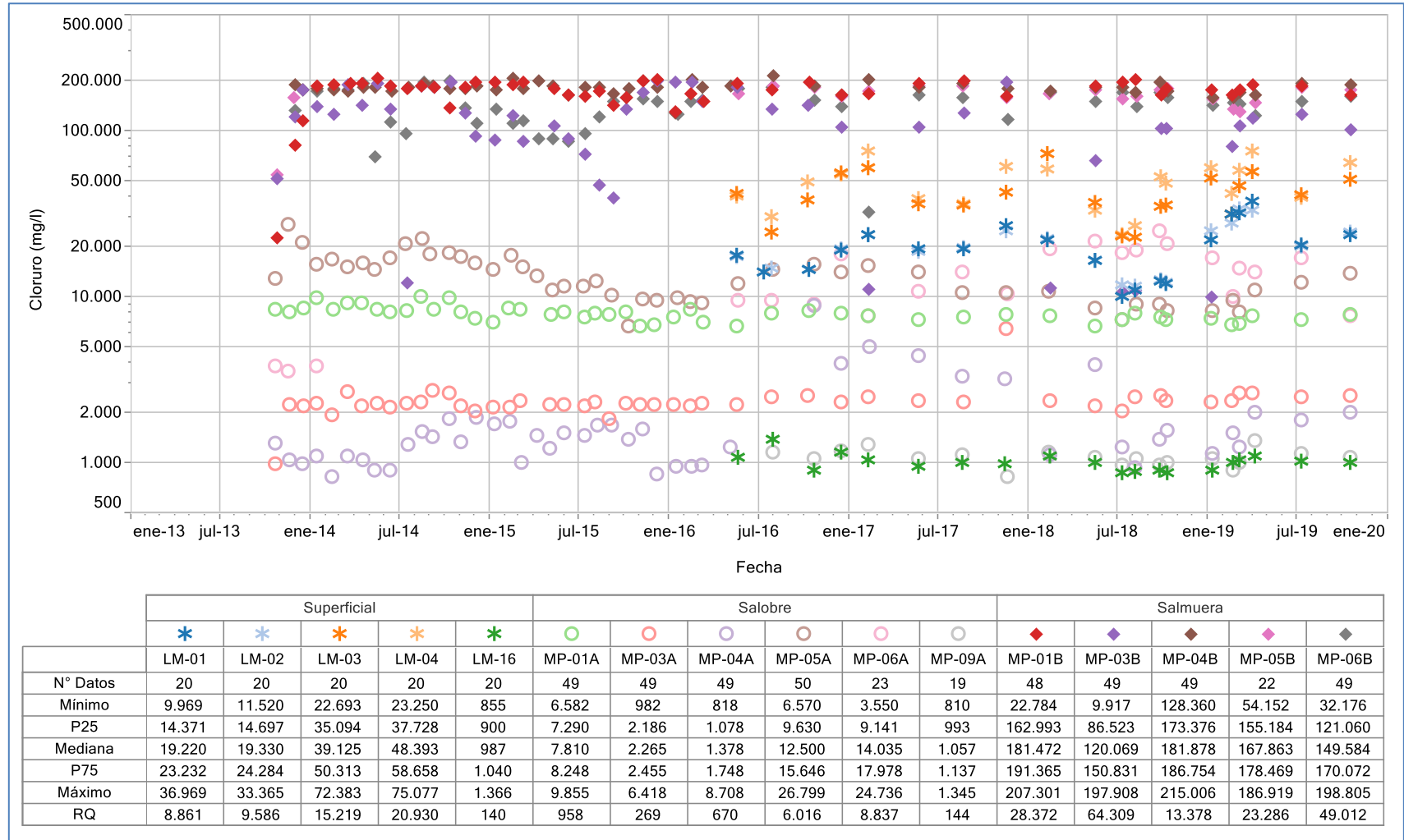
El Sodio es el elemento que se presenta en mayor concentración respecto al resto de cationes mayoritarios. En los pozos someros (agua salobre), los rangos de mediana varían entre 620 mg/L (MP-09A) y 6.216 mg/L (MP-06A). Le siguen las lagunas, con variaciones de mediana entre 9.917 mg/L (LM-01) hasta 24.415 mg/L (LM-04), pero LM-16 sigue manteniendo concentraciones más bajas que las anteriores, con mediana de 554 mg/L. Las lagunas, además, presentan un aumento de la concentración de Sodio en febrero y marzo, debido a las precipitaciones. Finalmente, se ubican los pozos profundos (salmuera), con valores entre 61.240 mg/L (MP-03B) hasta llegar a 89.805 mg/L (MP-04B).

De manera general, entre las aguas superficiales, salobres y salmuera, las aguas de las lagunas presentan valores intermedios respecto de los valores de aguas salobres y salmueras, debido a que las lagunas se exponen a procesos de evaporación por lo que los elementos tienden a concentrarse. Además, corresponden a la zona de descarga del sistema, razón por la cual se concentran en dirección al flujo hasta descargar en las lagunas. Las aguas profundas son las caracterizadas como salmueras.

En general, de la evolución temporal, se observa que para los 4 cationes analizados, los valores medidos en el 2019, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se mantuvieron dentro de la variación natural. Pero los puntos de aguas superficiales (LM-01 a LM-04) presentan aumentos importantes de concentración en el primer trimestre del año, lo que es consistente con el evento de precipitaciones registrado en dicho periodo. Luego, durante el segundo semestre del año, las concentraciones vuelven a estar entre sus rangos históricos de variabilidad.

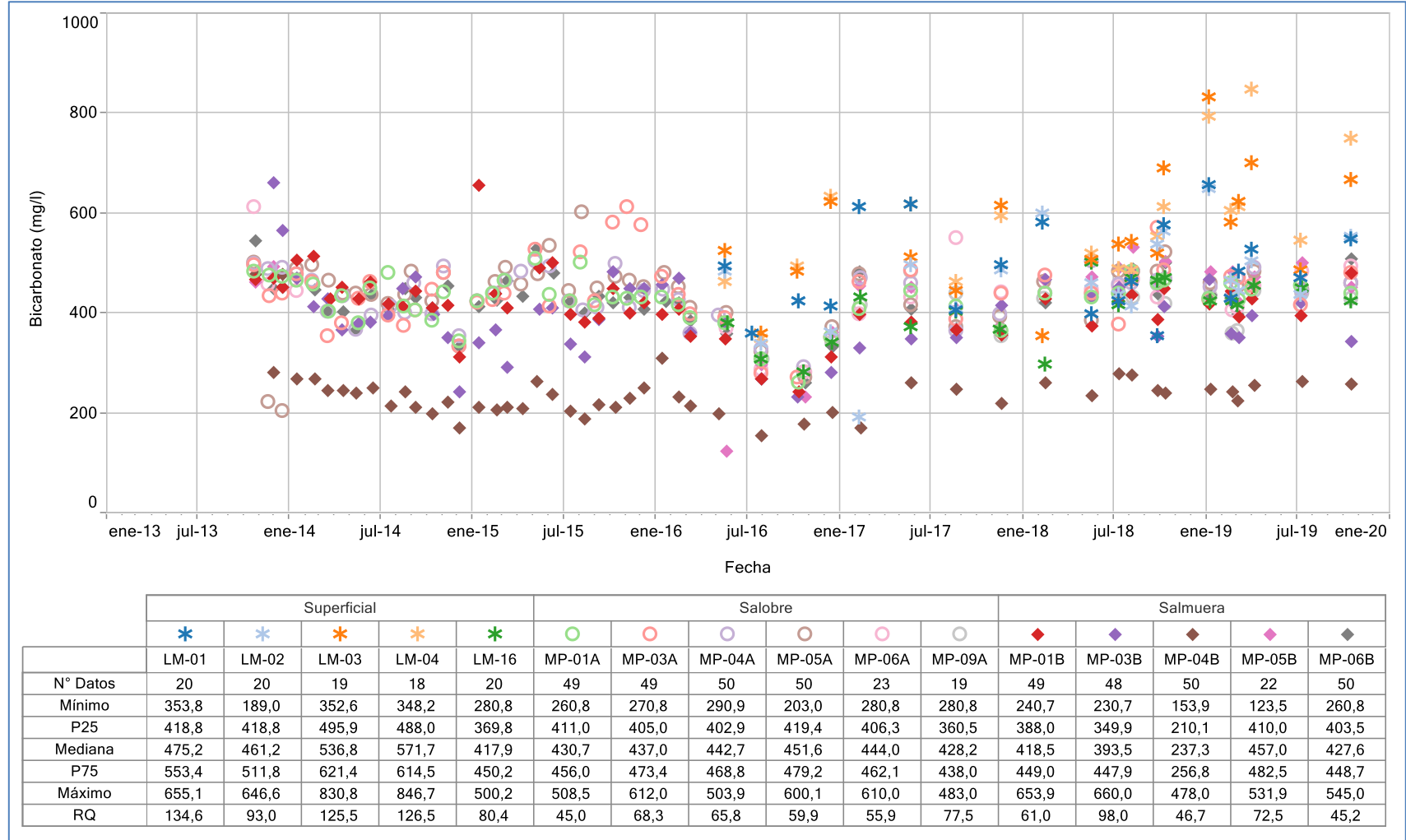
³³ MP-01B; 10-07-2019; 17.830 mg/l / MP-05A; 11-07-2019; 1.191 mg/l

Figura 5-114 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



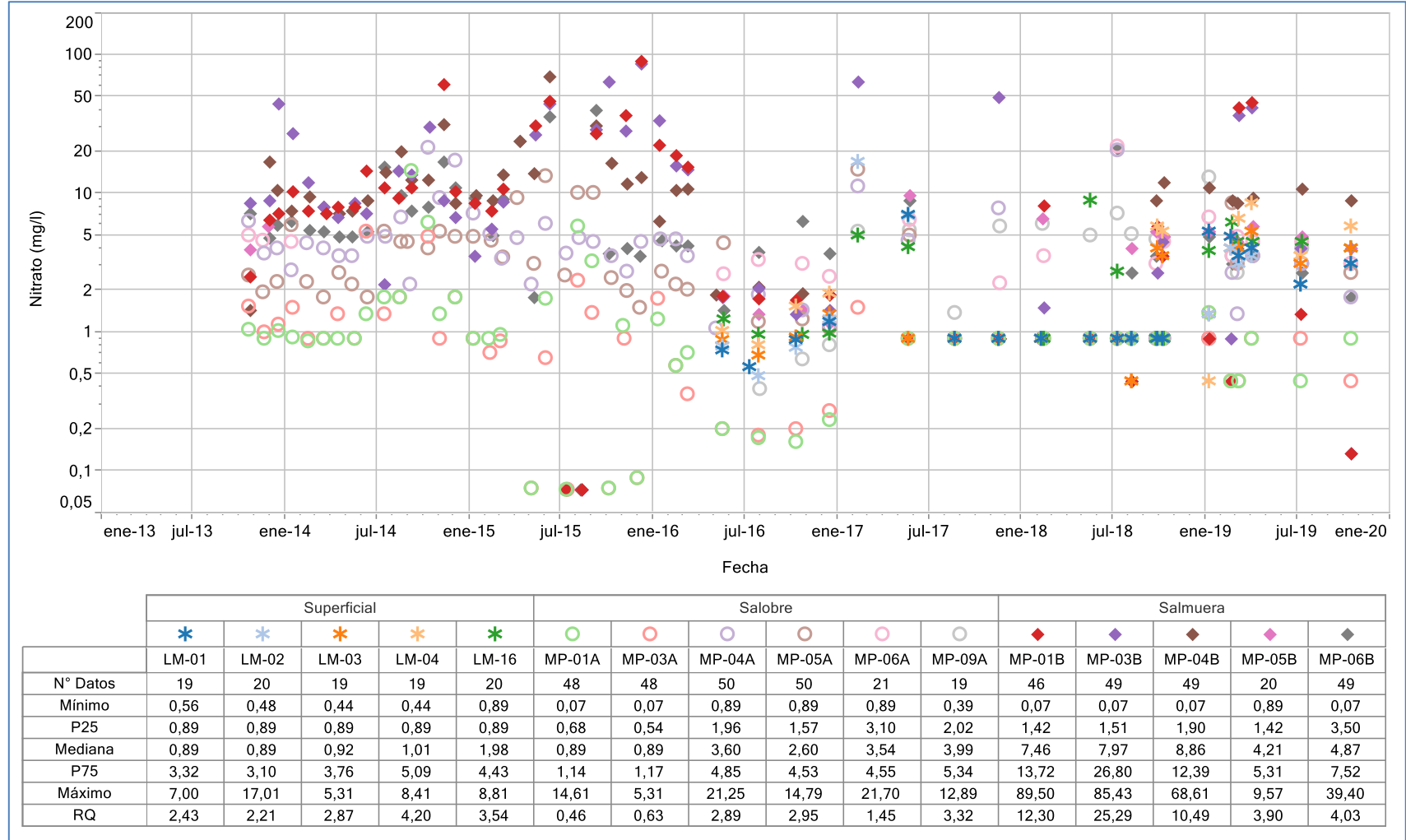
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-115 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



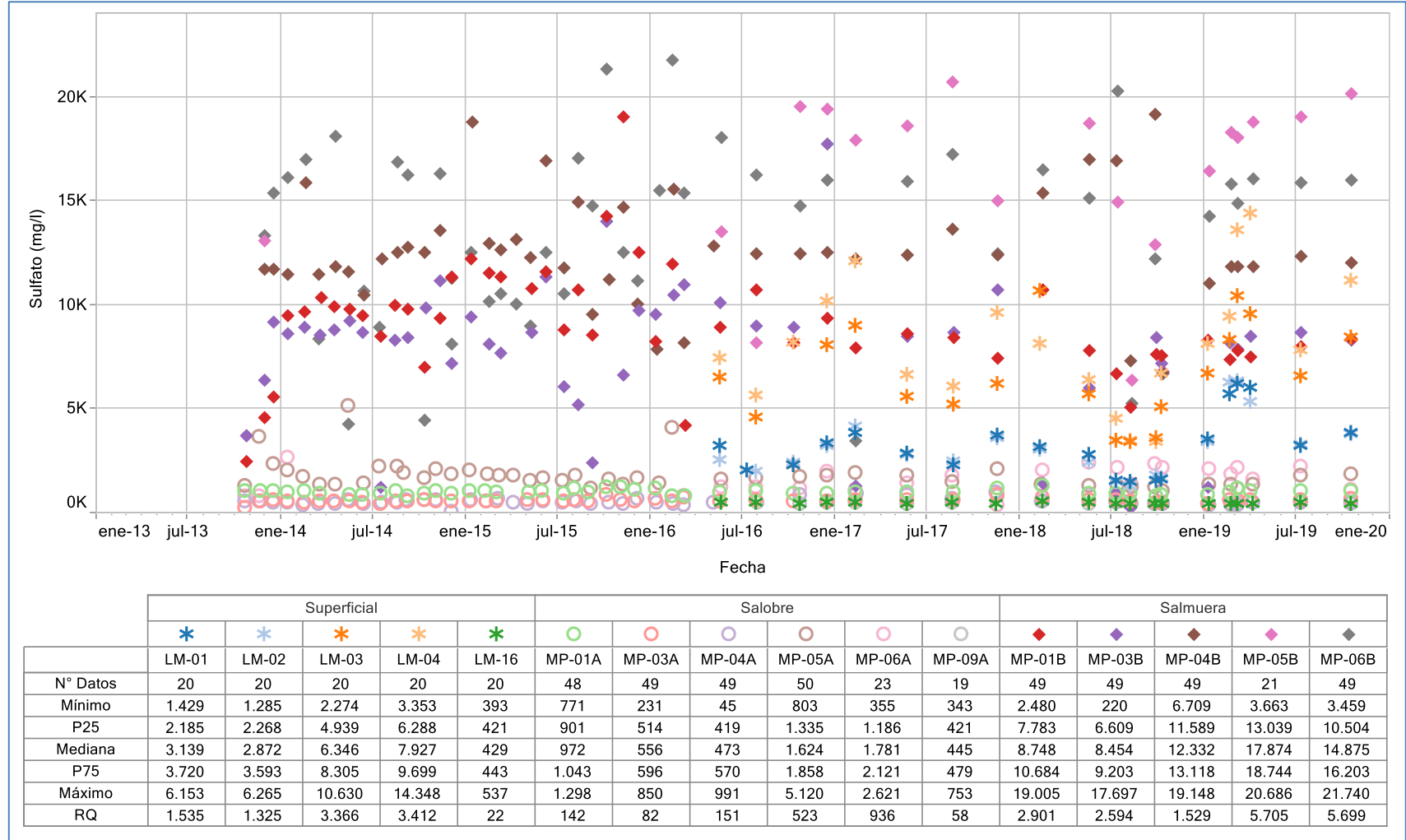
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-116 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



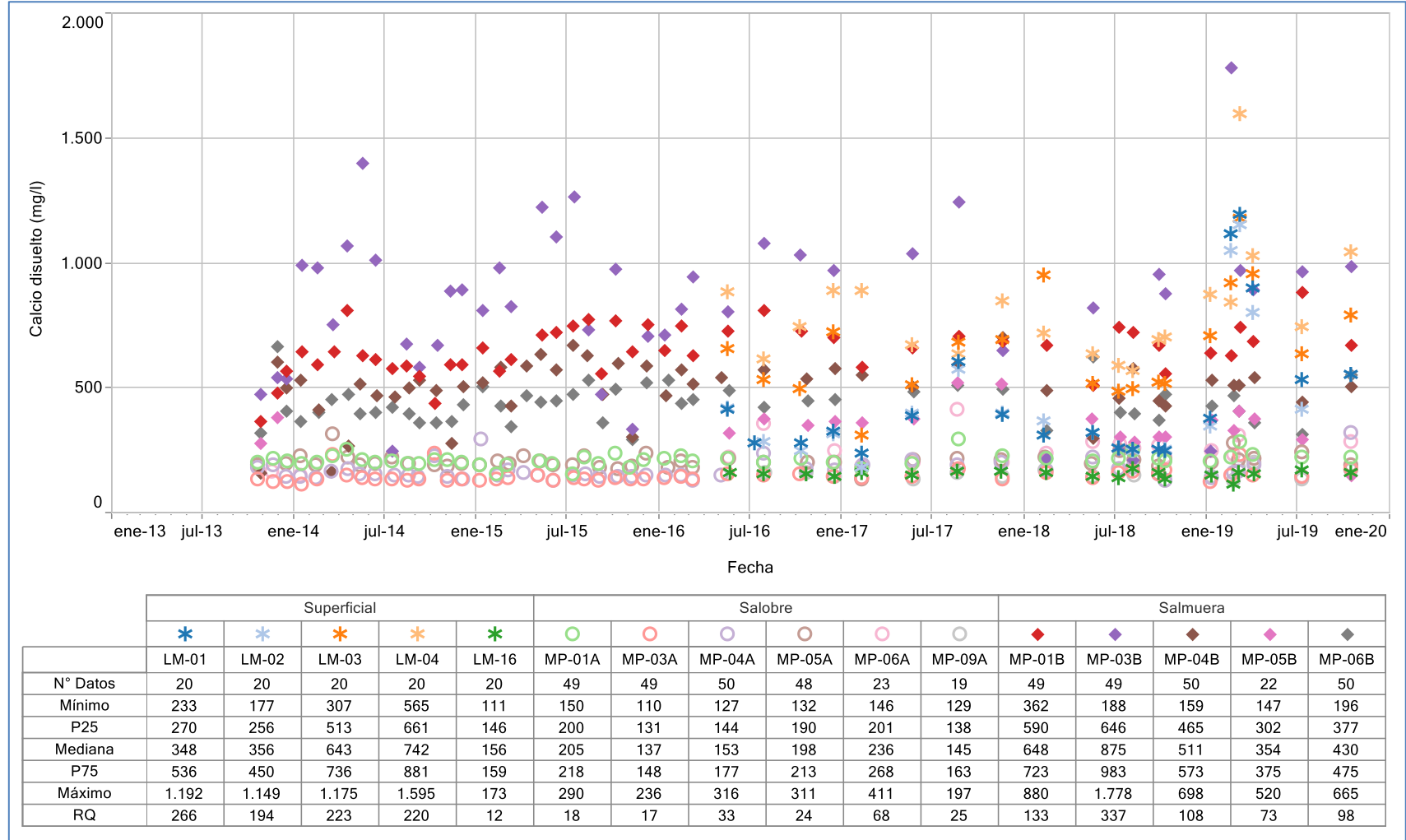
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-117 Variación Temporal: SO₄ en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



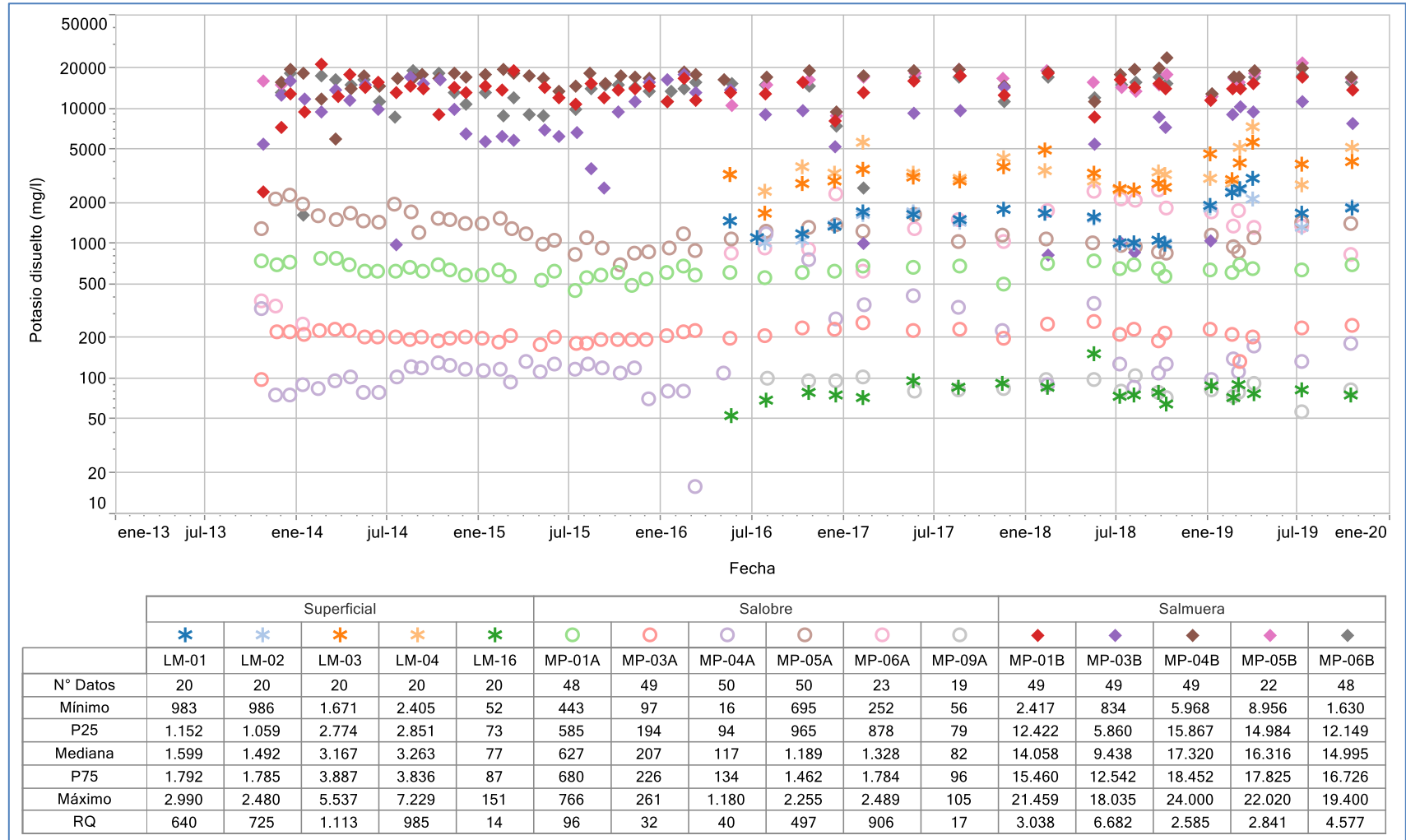
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-118 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



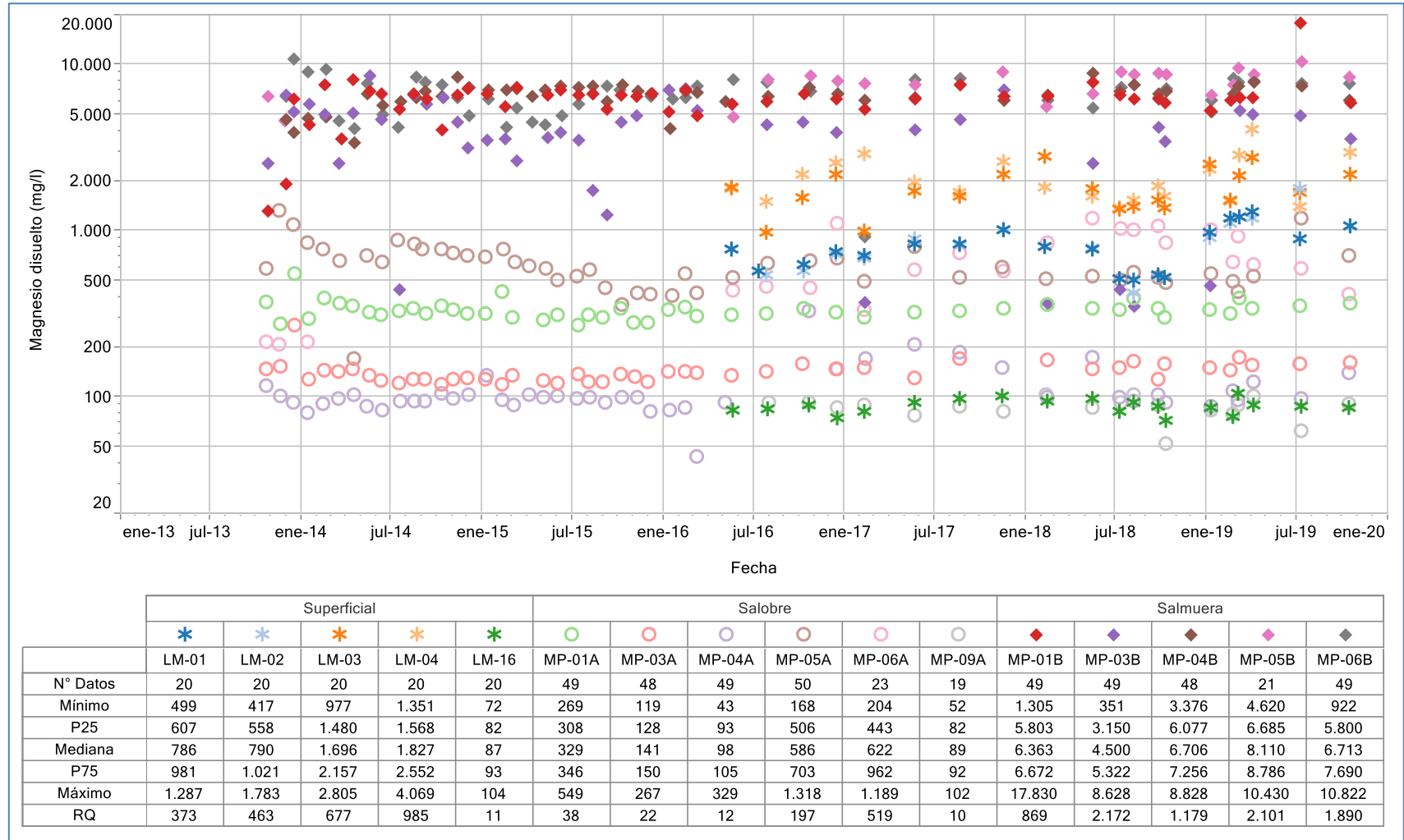
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-119 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



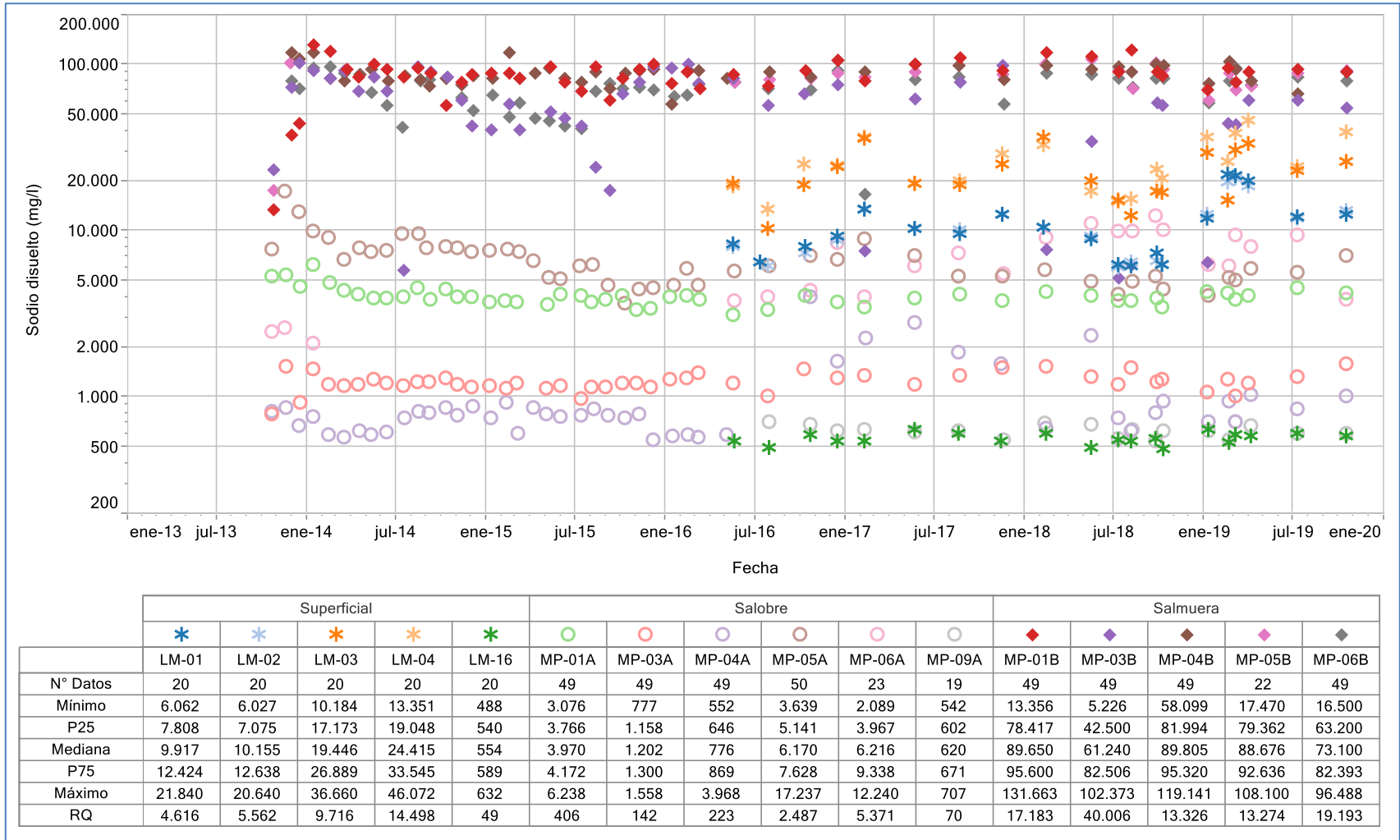
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-120 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

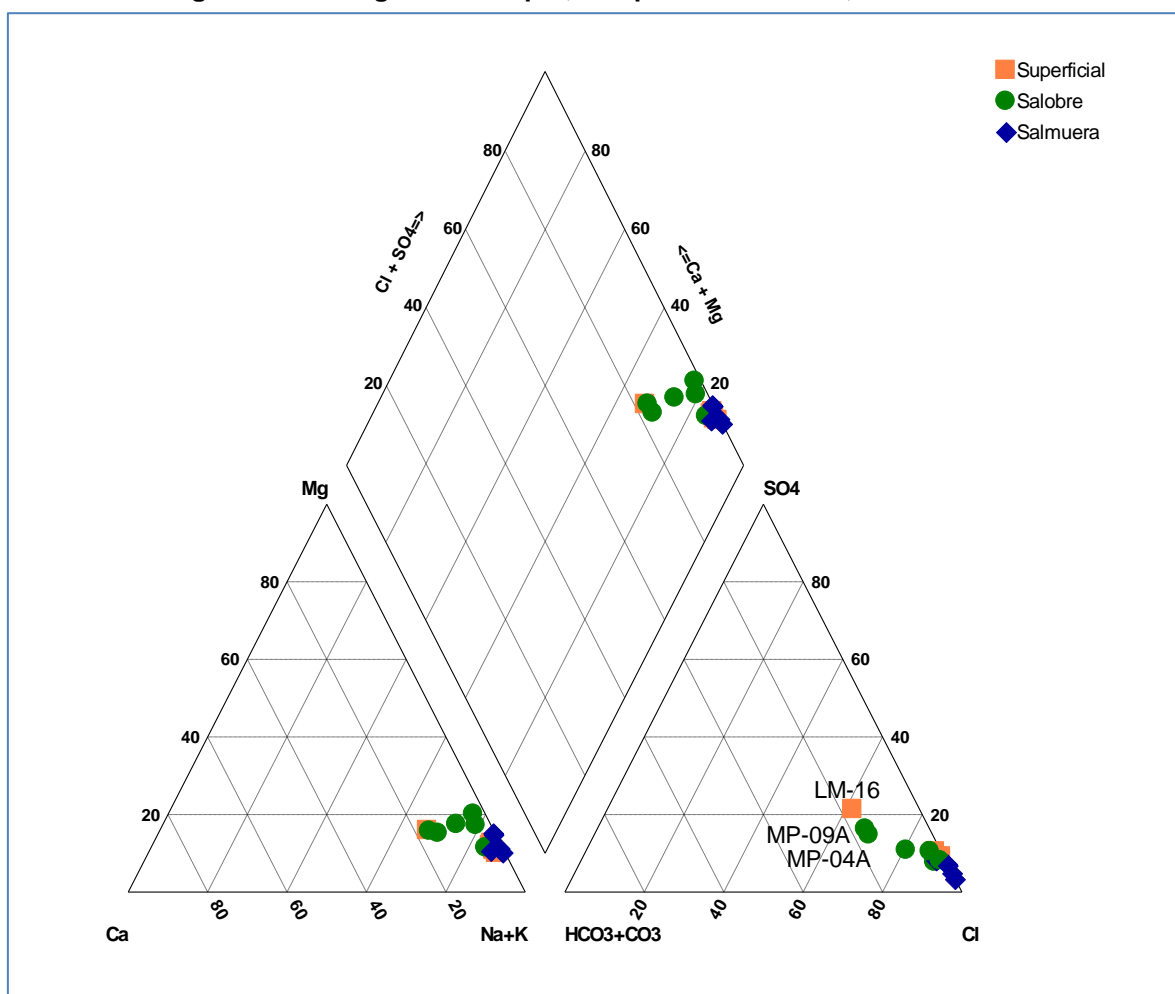
Figura 5-121 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

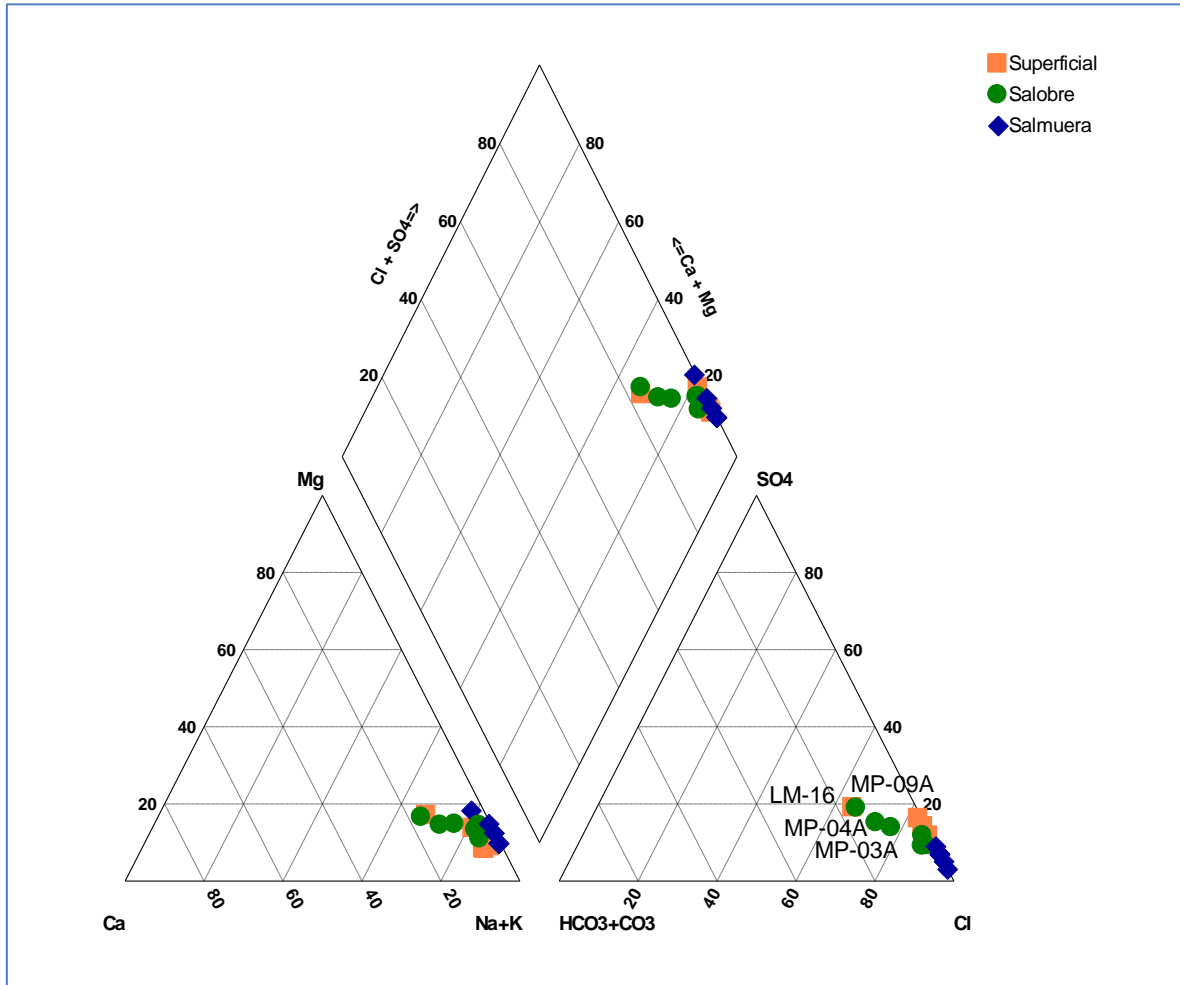
Desde la Figura 5-122 a la Figura 5-127, se presentan Diagramas de Piper con las composiciones de las aguas, para las campañas de enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre de 2019, respectivamente. Se puede observar que, para este sector, todas las muestras y todas las aguas son del tipo cloruradas sódicas, misma clasificación otorgada históricamente, y la variación de los contenidos porcentuales de los elementos mayoritarios entre una campaña y otra no ha sido significativa.

Figura 5-122 Diagrama de Piper, campaña Enero 2019, Sector LP-LB



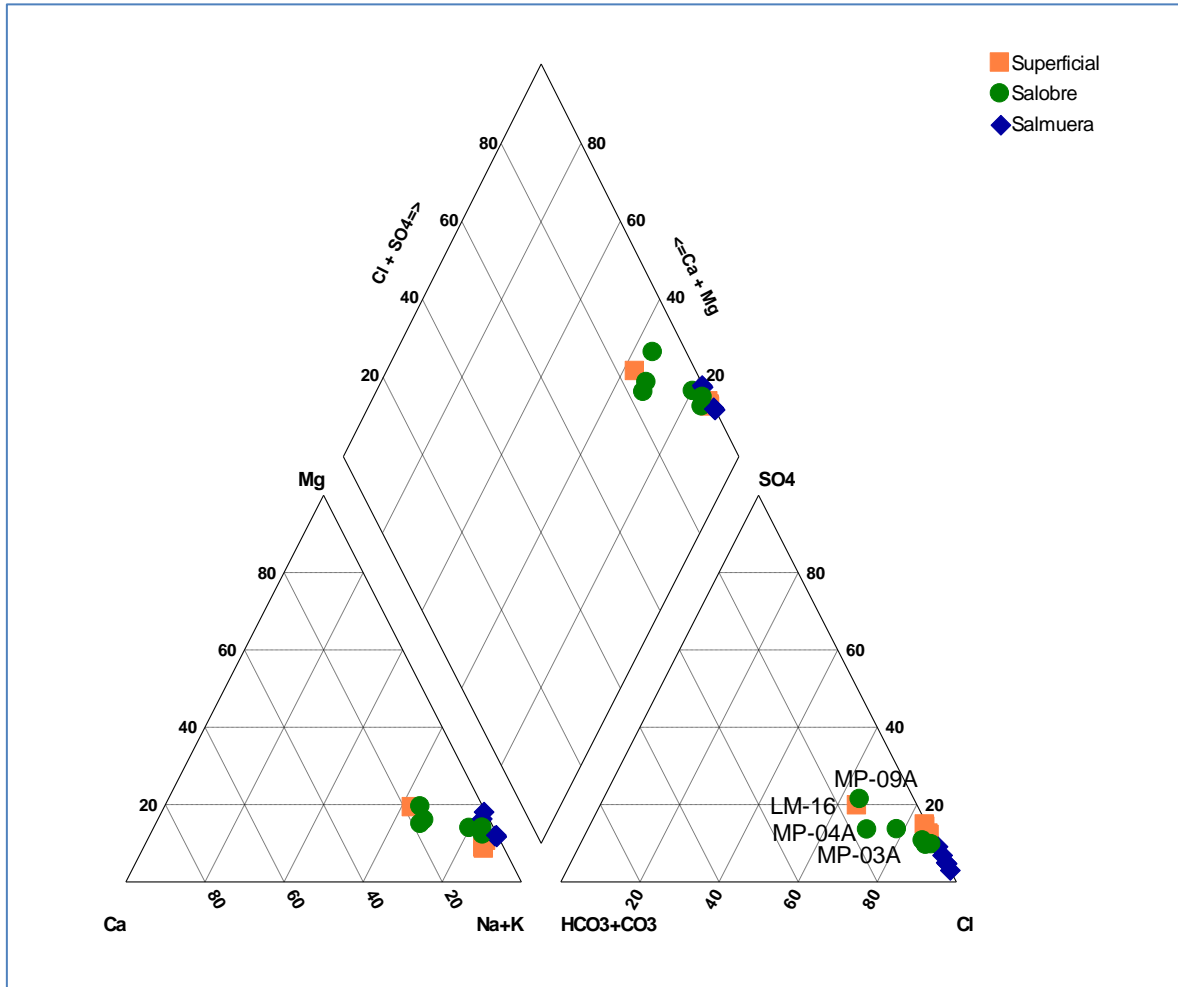
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-123 Diagrama de Piper, campaña Febrero 2019, Sector LP-LB



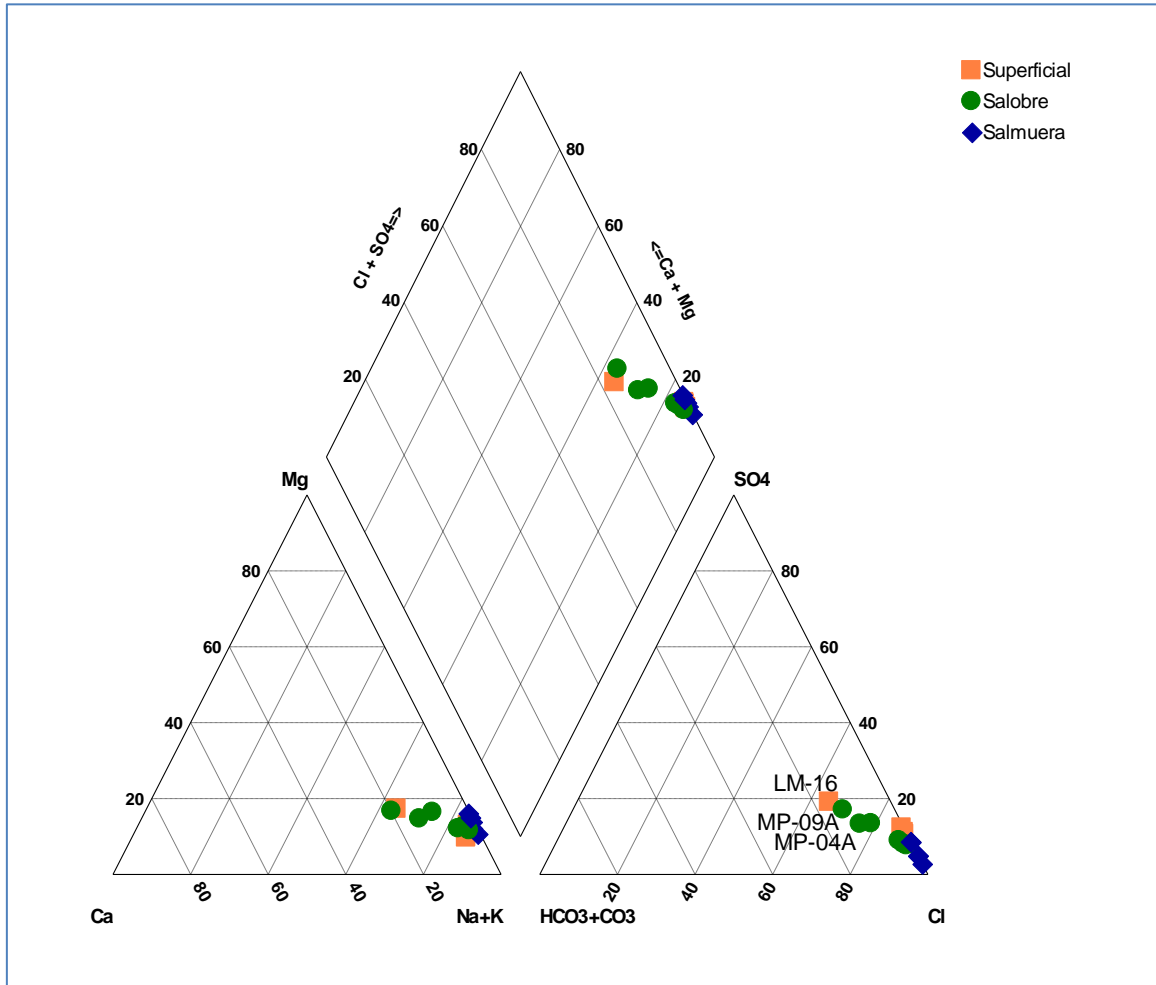
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-124 Diagrama de Piper, campaña Marzo 2019, Sector LP-LB



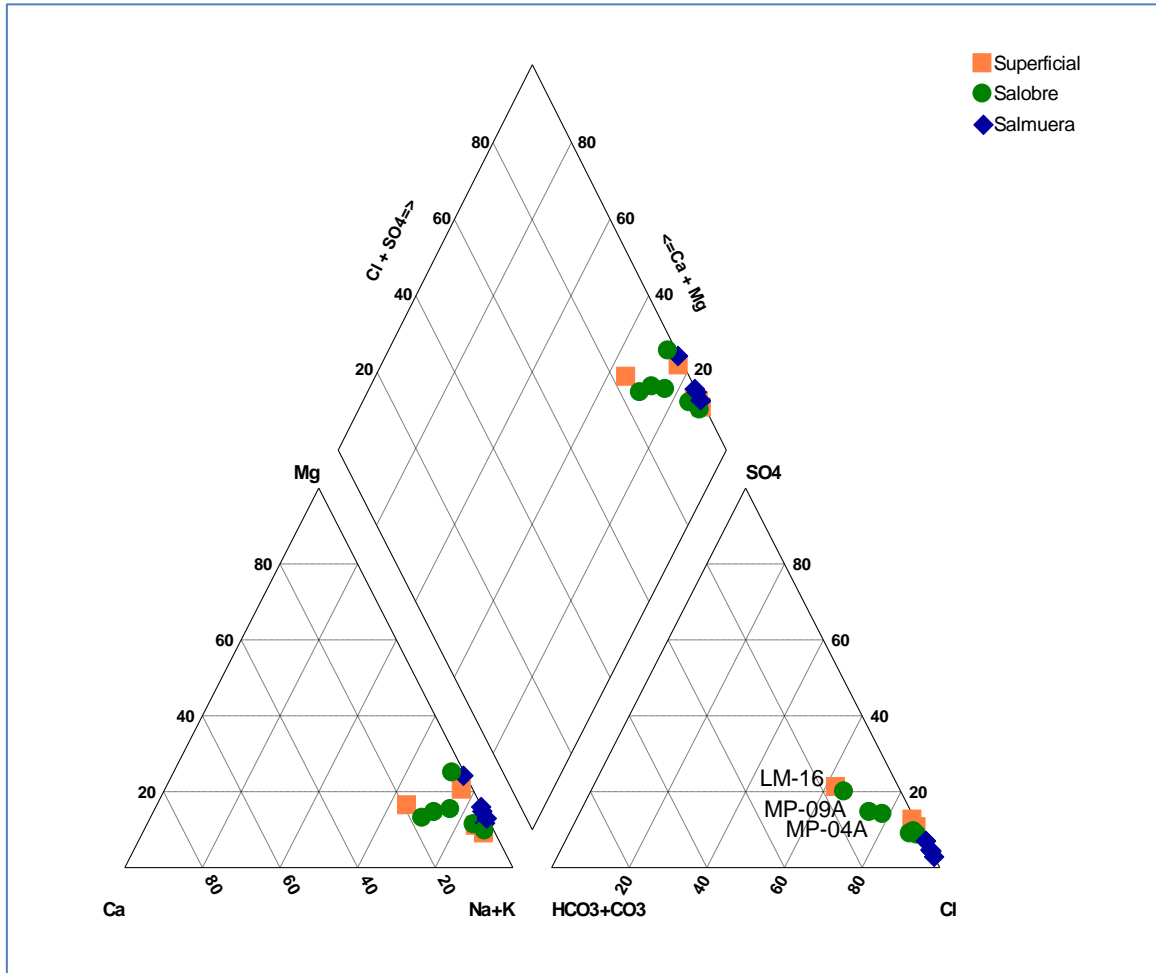
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-125 Diagrama de Piper, campaña Abril 2019, Sector LP-LB



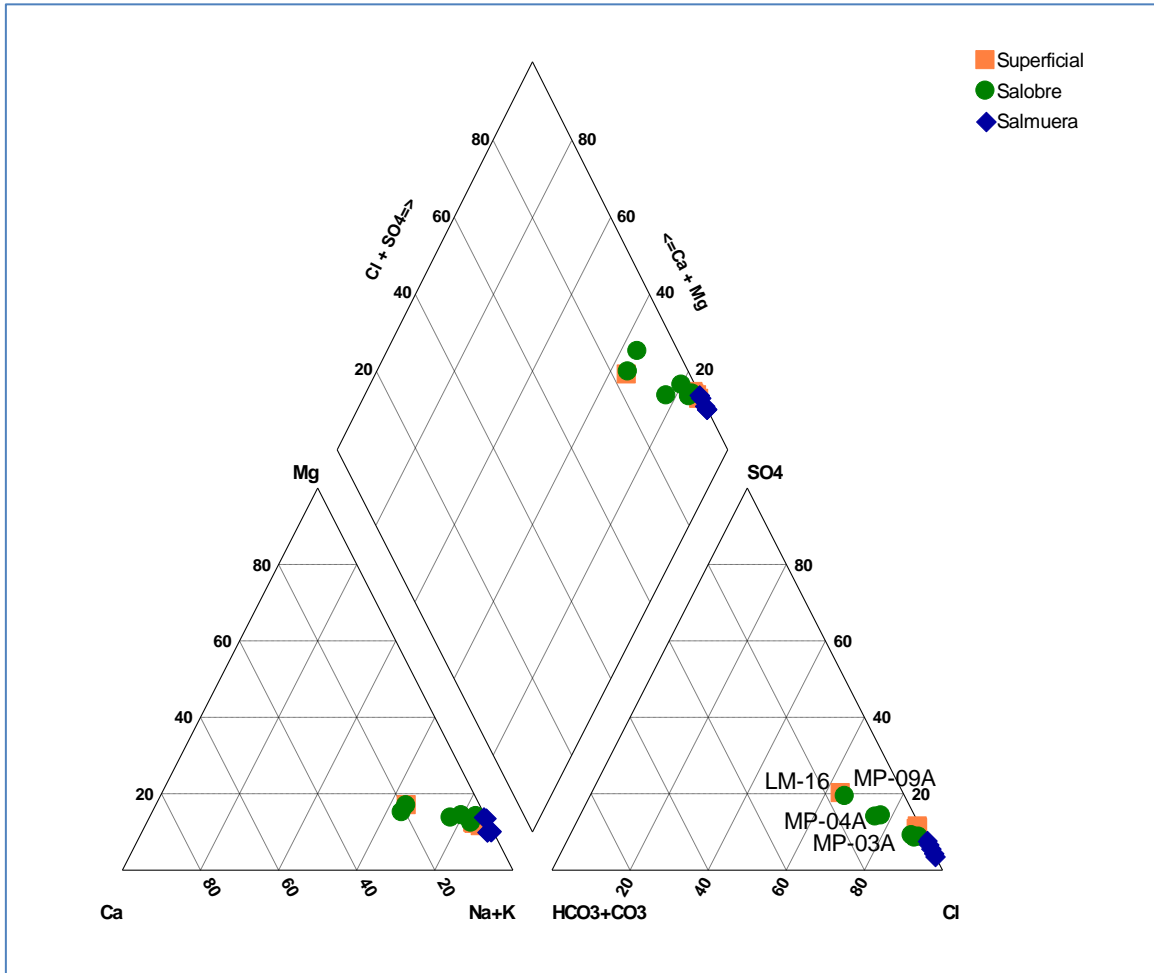
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-126 Diagrama de Piper, campaña Julio 2019, Sector LP-LB



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-127 Diagrama de Piper, campaña Octubre 2019, Sector LP-LB



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K), y en la Figura 5-128, Figura 5-129, Figura 5-130 y Figura 5-131 se presenta la evolución temporal en el periodo 2013 - 2019 y los estadígrafos de la serie, respectivamente. En términos generales, se aprecia que el comportamiento de ellos en el periodo con información muestra tendencias estables.

La tendencia temporal de estos parámetros, al igual que en los elementos mayoritarios disueltos, es la que los valores intermedios se atribuyen a las aguas de las lagunas y, en general, las de menores concentraciones para las aguas salobres y las de mayores concentraciones para las aguas profundas (salmuera). En 2019, particularmente durante el primer trimestre del año, destaca el importante aumento de la concentración de todos estos elementos en las aguas superficiales (LM-01 a LM-04), incluso registrando concentraciones máximas históricas, lo que es consistente con el evento de precipitaciones registrado en dicho periodo (febrero). Luego, durante el segundo semestre del año, las concentraciones vuelven a estar entre sus rangos históricos de variabilidad.

En el caso del Calcio total, se tiene que las menores concentraciones se registran para aguas salobres, con medianas que van desde 153 mg/L (MP-03A) hasta 286 mg/L (MP-06A). Las aguas superficiales y la salmuera se encuentran en un rango general similar, con valores de mediana que van desde 350 mg/L (LM-01) a 821 mg/L (LM-04) para las lagunas y desde 374 mg/L (MP-05B) a 923 mg/L (MP-09B). El punto LM-16 presenta una mediana de 160 mg/L. Se debe destacar para 2019 el importante aumento de la concentración de Calcio en las lagunas (LM-01 a LM-04) en el primer trimestre del año, donde incluso se registran los valores máximos históricos para estos puntos de monitoreo, debido a las precipitaciones de febrero. Por otra parte, según los criterios indicados en este apartado, se tiene en 2019 solo un valor anómalo (MP-01A; 08-03-2019; 374 mg/l).

Para el caso del Potasio total, las menores concentraciones se presentan en las aguas salobres, con mediana promedio de 644 mg/L, luego le siguen las aguas superficiales, con mediana promedio de 2.469 mg/L (sin considerar LM-16, con mediana de 82 mg/L) y, con la mayor concentración de Potasio total, se encuentran la salmuera, con mediana promedio de 14.987 mg/L. Al igual que para el Calcio, este parámetro registra un alza en sus concentraciones debido a las precipitaciones de febrero, alcanzando también máximos históricos en los puntos superficiales LM-01 a LM-04.

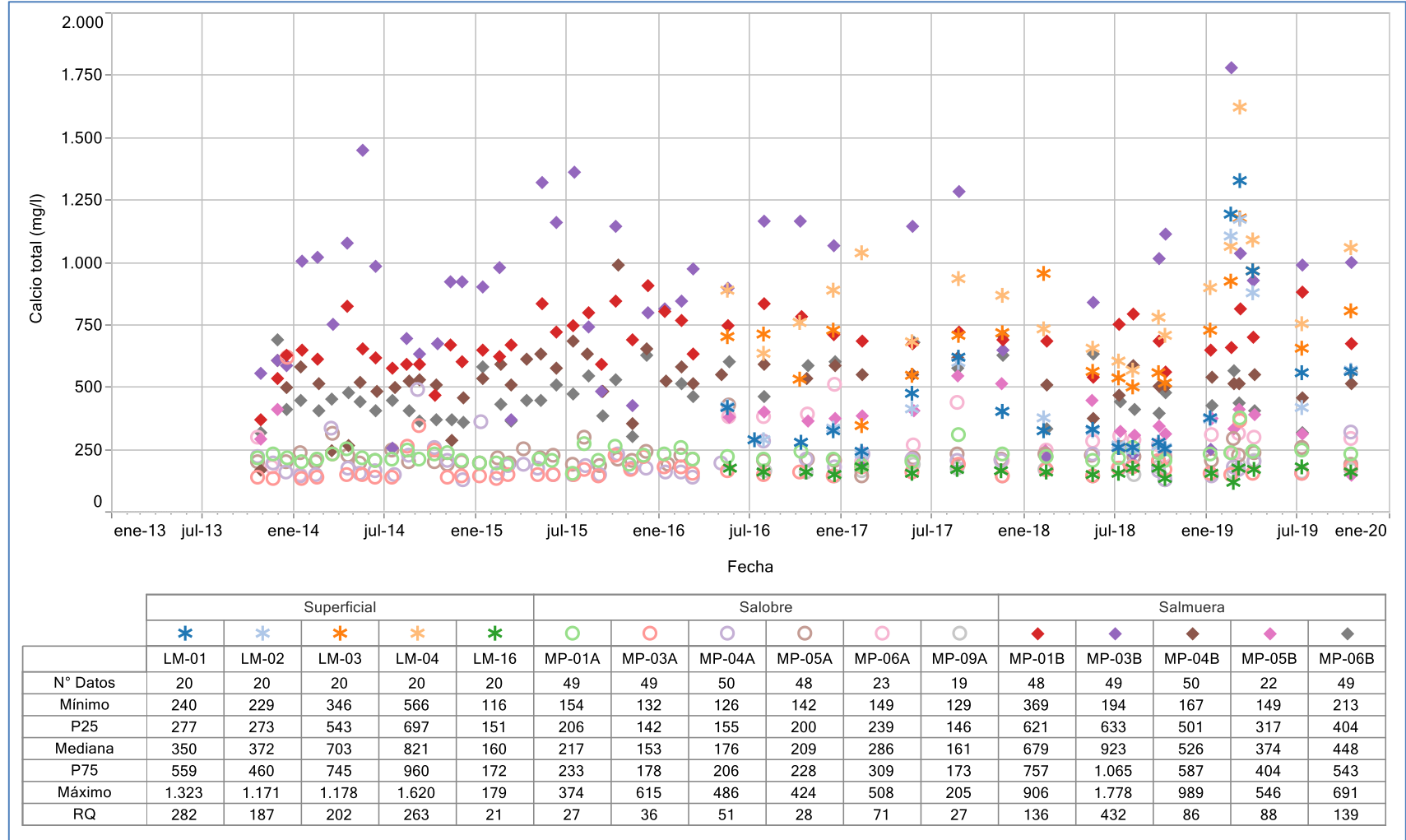
Para el Magnesio total, las menores concentraciones las tienen los pozos someros (aguas salobres), con valores mínimos de mediana de 94 mg/L (MP-09A) (y máximos de 697 mg/L en MP-05A). En cambio, las mayores concentraciones se presentan en los pozos profundos

(salmuera), llegando a registrar una mediana de 8.635 mg/L para el pozo MP-05B, pozos en los cuales se registra un dato anómalo en 2019³⁴. En el caso de las aguas superficiales, estas muestran un rango de medianas entre 93 mg/L (LM-16) y de 2.030 mg/L (LM-04) y estos puntos de monitoreo, exceptuando LM-16, registran sus mayores concentraciones históricas de Magnesio en la primera parte de 2019, para luego registrar concentraciones menores, dentro de su rango de variabilidad estacional.

Para el caso del Sodio total, ocurre lo mismo que para el Magnesio. Esto es que las concentraciones menores se presentan en los pozos someros (aguas salobres), con un valor mínimo de mediana 542 mg/L (MP-04A) (máximas de 18.759 mg/L en MP-05A) y los valores más altos se registran en los pozos que monitorean la salmuera, con valor máximo de mediana de 94.098 mg/L (MP-04B). En el caso de las aguas superficiales, la mediana se encuentra en torno a 10.000 mg/L para LM-01 y LM-02, y en torno a 23.000 mg/L para LM-03 y LM-04, también registrando sus mayores concentraciones históricas entre febrero y abril de 2019, debido a las precipitaciones de febrero. El punto LM-16 presenta mediana de 589 mg/L, lo que se justifica por su ubicación espacial.

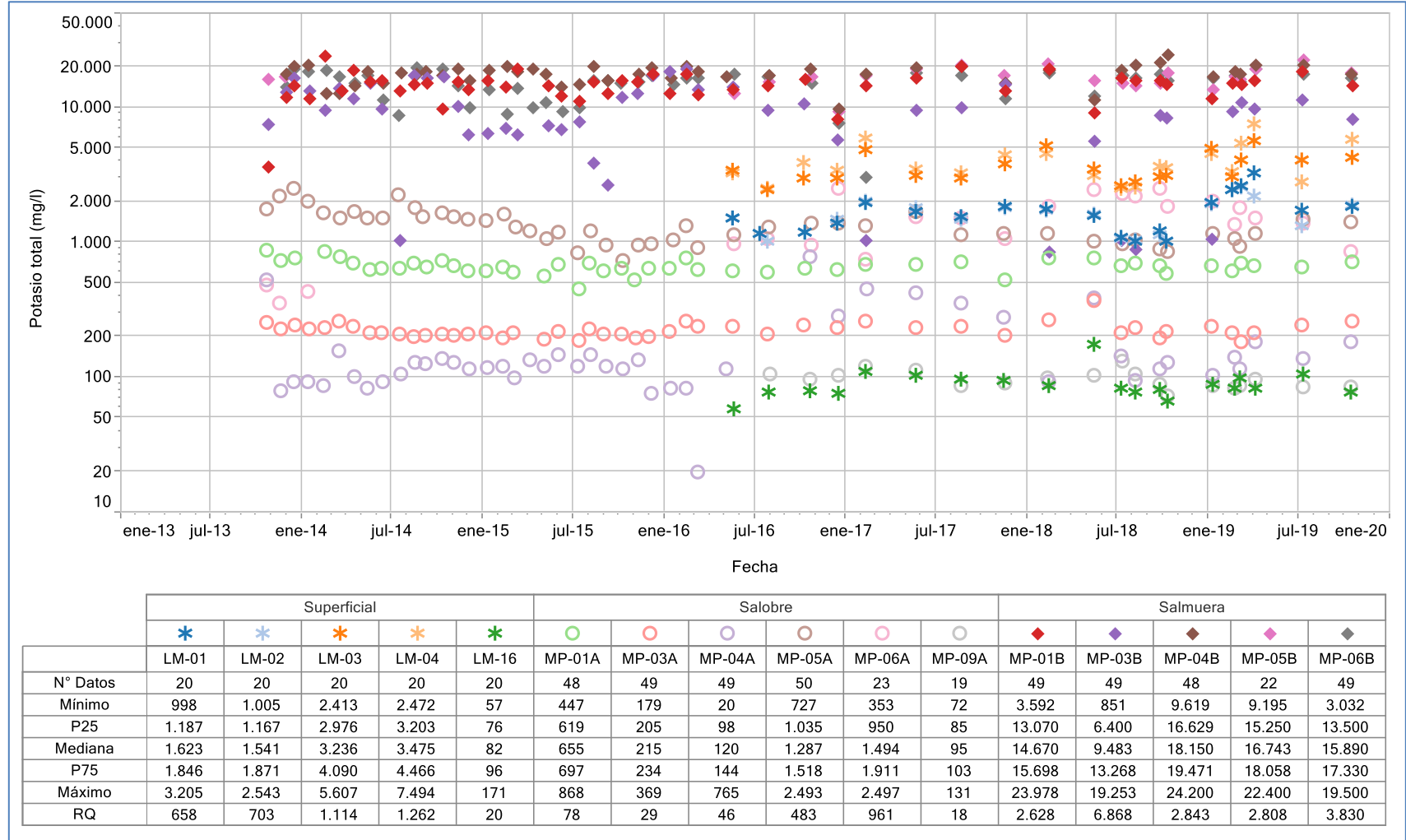
³⁴ MP-01B; 10-07-2019; 18.330 mg/l

Figura 5-128 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



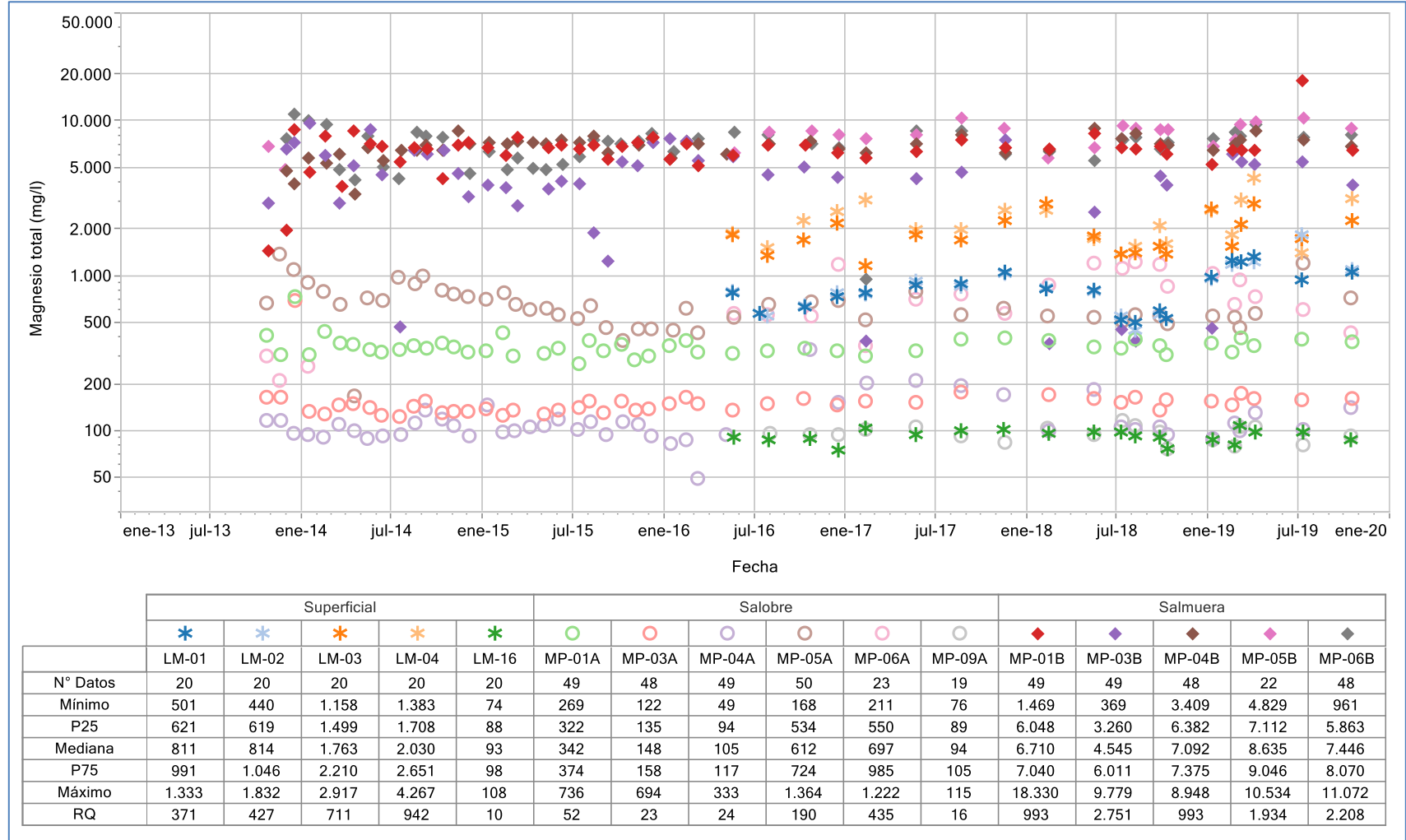
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-129 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



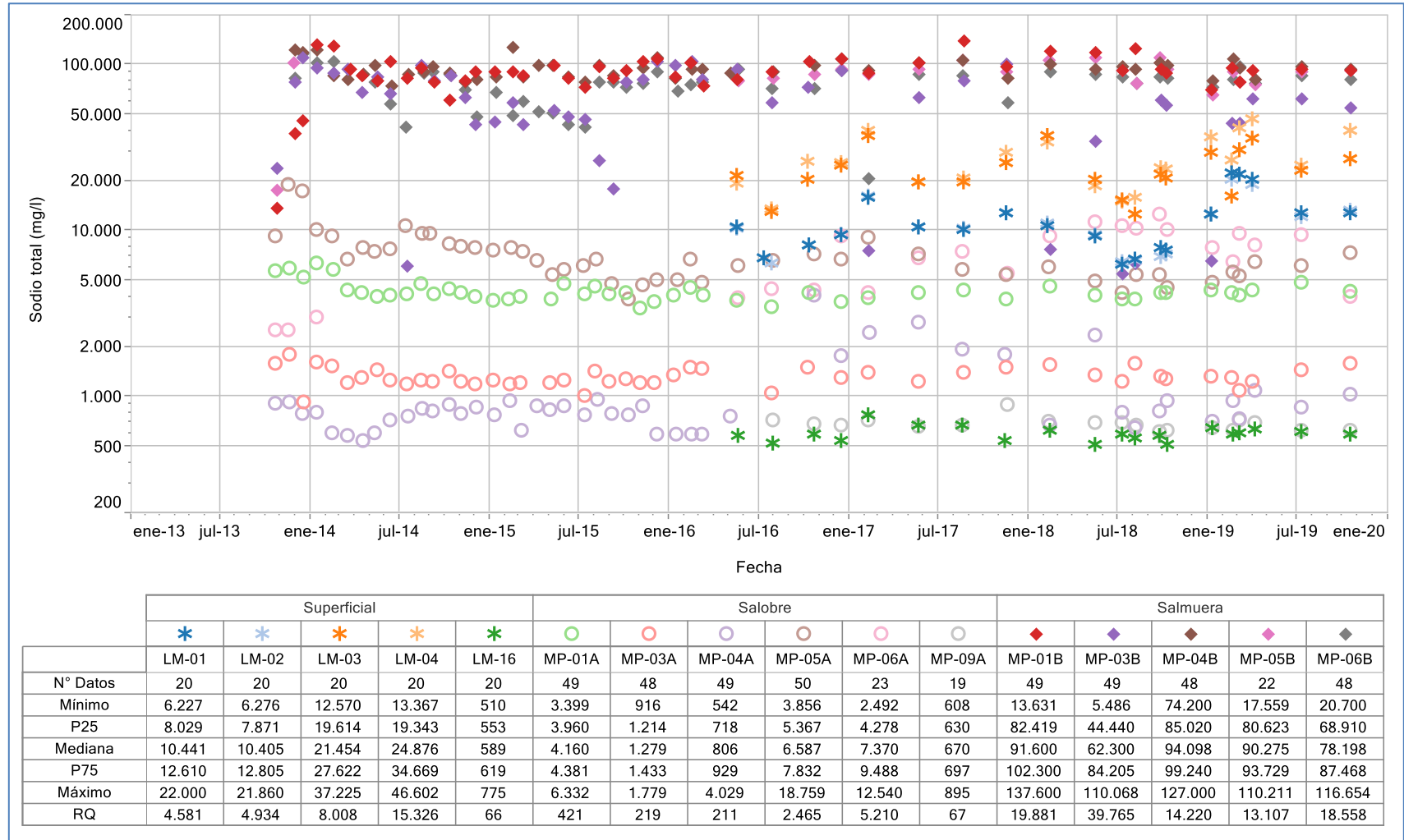
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-130 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-131 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Dentro de los elementos comúnmente denominados como minoritarios, se encuentran los elementos Boro (B), Litio (Li) y Estroncio (Sr), los cuales están comprometidos a ser medidos tanto en su fracción disuelta como total. En esta sección se describen los resultados de su fracción disuelta y que se muestran en la Figura 5-132, Figura 5-133 y Figura 5-134, respectivamente, la gráfica de la variación temporal de cada uno de estos elementos y en la tabla de cada figura se incluyen los estadígrafos de la serie registrada.

En relación a los elementos Boro y Litio, destaca que en el Salar de Atacama y en particular en la zona del Proyecto, la hidrogeología de la cuenca y los procesos de evaporación hacen que existan tanto en el acuífero (pozos someros) como en la salmuera (pozos profundos), contenidos considerables, que juntos, conforman un 5% del total del balance iónico.

En el caso del comportamiento de la concentración de estos tres parámetros en 2019, destaca el aumento de las concentraciones durante el primer trimestre del año en las aguas superficiales (lagunas), particularmente en los puntos de monitoreo LM-01, LM-02, LM-03 y LM-04. Este aumento de concentraciones es más marcado para el Boro y Estroncio, sin dejar de ser importante para el Litio, y se debe al efecto que tuvo el evento de intensas precipitaciones, registrado en febrero, en este sector.

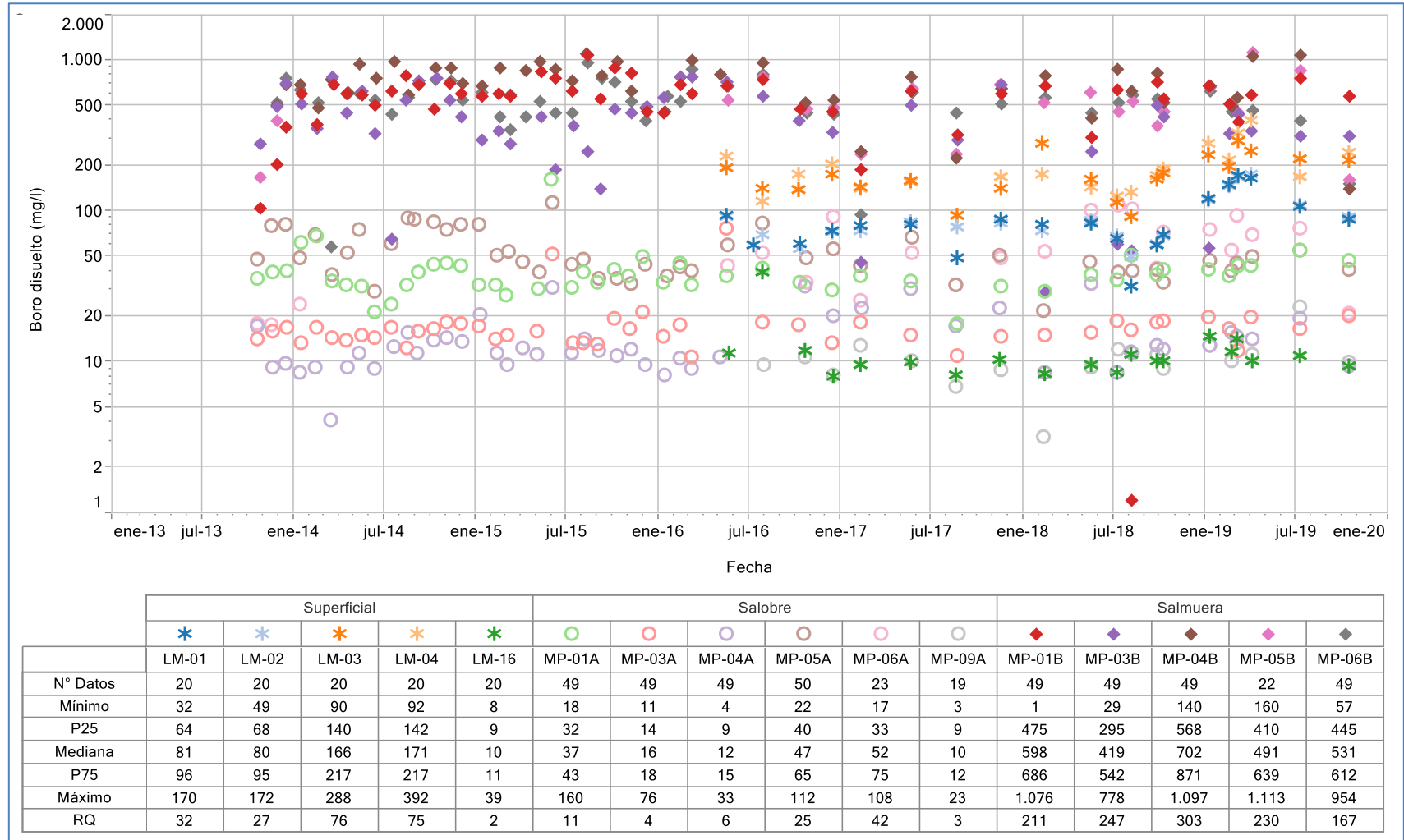
Para el Boro disuelto, de la gráfica temporal, se aprecia que los pozos profundos (salmuera) muestran una gran variabilidad histórica de los registros, presentando un rango dado por un P25 mínimo de 295 mg/L (MP-03B) y un P75 máximo de 871 mg/L (MP-04B). Las lagunas (aguas superficiales) presentan rangos intermedios, siendo marcada la diferencia entre los puntos LM-01 y LM-02, con valores que se mueven entre 64 mg/L (P25 de LM-01) y 96 mg/L (P75 de LM-01), y los puntos LM-03 y LM-04, con rangos un poco más altos, entre 140 mg/L (P25 de LM-03) y 217 mg/L (P75 de LM-04). Además, como se indicó, en 2019 estos puntos de monitoreo evidencian un aumento importante de concentración, alcanzando, al igual que en su fracción total, los máximos históricos. El punto LM-16, destaca con valores más bajos que los anteriores debido a su ubicación.

En el caso del Litio disuelto, ocurre algo similar a lo del Boro, esto es concentraciones altas para los pozos profundos (salmuera) versus concentraciones menores en los pozos someros (agua salobre) y lagunas. Respecto a las concentraciones para los pozos profundos, el rango de valores característicos es bastante amplio, el que varía entre 347 mg/L (P25 en MP-03B) y 1.481 mg/L (P75 en MP-04B). Las lagunas y pozos someros en cambio presentan concentraciones menores. Los pozos someros no superan los 195 mg/L (MP-06A) en toda la serie registrada y presentan un valor mínimo con un mínimo de 0,0001 mg/L en MP-04A, el que se deja fuera del gráfico para no

distorsionar la escala. Para las lagunas, se observa que LM-01 y LM-02 tienen menor contenido de Litio disuelto que LM-03 y LM-04, en donde la mediana de los primeros puntos es del orden de 110 mg/L y de los 2 últimos puntos es del orden de 215 mg/L. Igualmente, en los cuatro puntos de monitoreo se registra un alza de concentración en el primer trimestre de 2019, siendo más marcado para LM-01 y LM-02. Para el LM-16 las concentraciones son bajas, de 3 mg/L a 8 mg/L.

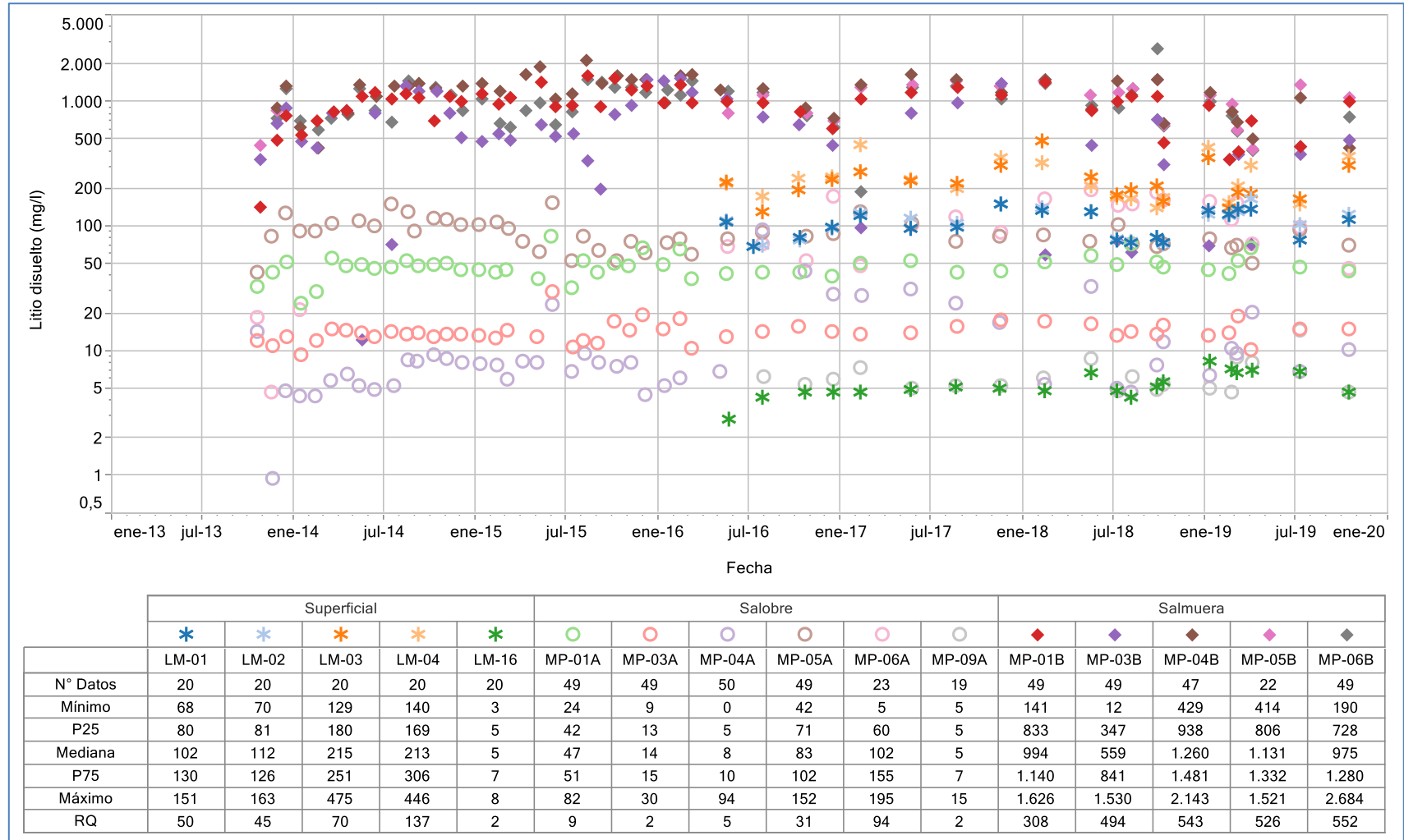
Para el Estroncio disuelto, lo observado de las series histórica de los puntos del sector es un poco distinto, ya que todos los puntos de los pozos someros y profundos registran valores y similares, con un promedio de sus medianas entre 2 y 3 mg/L. La excepción a lo anterior está representada por los pozos profundos MP-01B y MP-03B, los cuales presentan valores más altos que los demás series, registrando incluso un valor fuera de tendencia para MP-03 B de 99 mg/L en 2016. Para las lagunas, los valores tienden a ser un poco mayores a la de los pozos, con un promedio de sus medianas de alrededor de 7 mg/L, salvo para LM-16, con una mediana de 1,4 mg/L. En estos puntos de monitoreo se tiene la ya mencionada alza de concentraciones en 2019, debido al evento de precipitaciones registrado en febrero, alcanzando también máximos históricos de concentración.

Figura 5-132 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



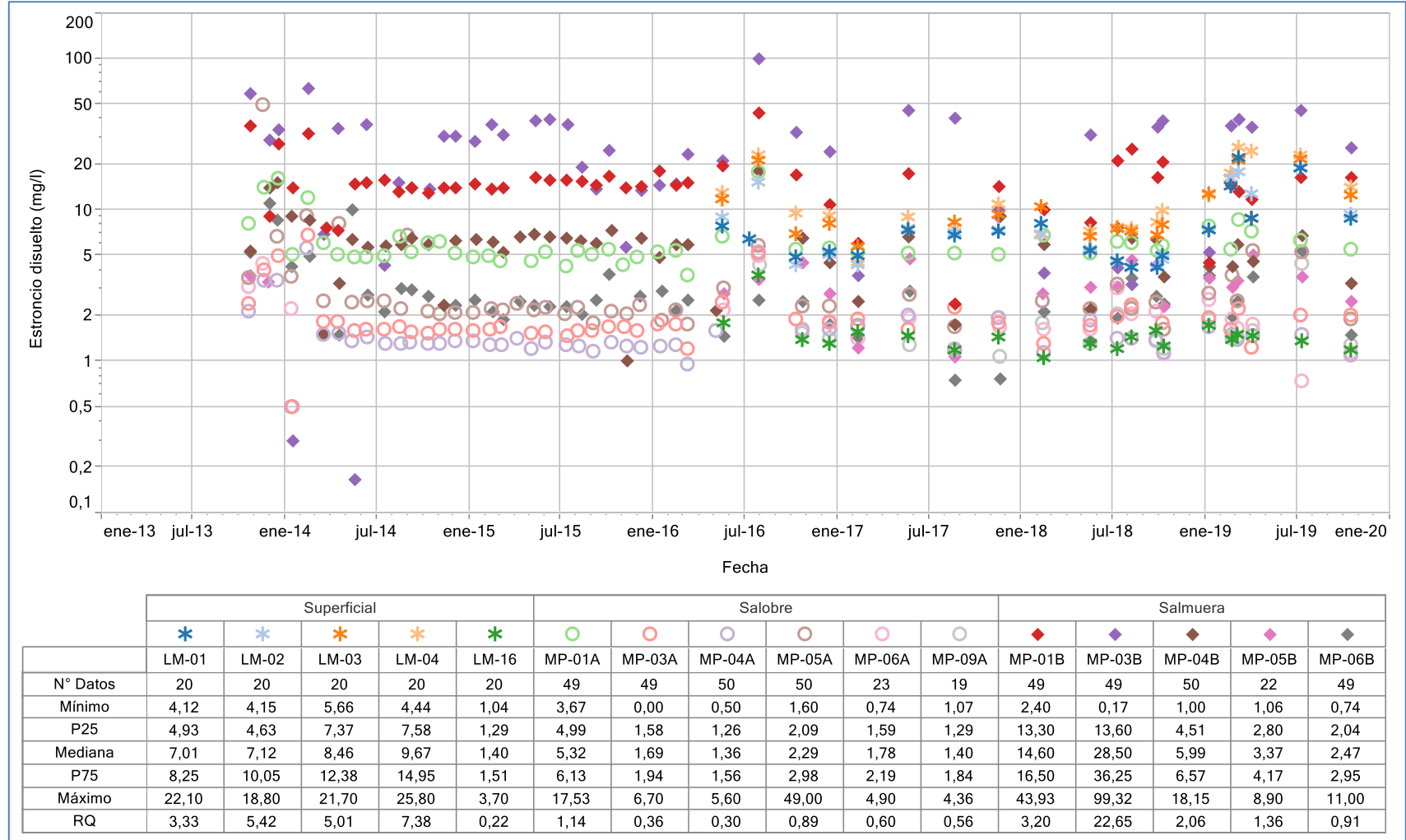
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-133 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-134 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas comprometidos a analizar en su concentración total se encuentran: Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Hierro (Fe), Litio (Li), Silicio (Si) y Estroncio (Sr). En la Figura 5-135, Figura 5-136, Figura 5-137, Figura 5-138, Figura 5-139, Figura 5-140 y Figura 5-141 se presentan los gráficos de variación temporal de la serie de datos de cada parámetro, junto con la tabla de estadísticos de dicha serie.

Respecto del comportamiento temporal de estos parámetros en 2019, en general, la mayoría de ellos se mantiene dentro de su variación natural, con la excepción del Arsénico, Boro y Estroicio, los que presentan un aumento de sus concentraciones el primer trimestre del año (incluso en abril) debido al evento de intensas precipitaciones de febrero de este año.

Para el Aluminio total, las concentraciones registradas más altas se presentan en los pozos someros (salobre), destacando el pozo MP-06A con las mayores concentraciones, y algunos pozos profundos (salmueras) con valores puntuales altos. Sin perjuicio de ello, en general, los pozos que monitorean la salmuera registran medianas con valores bajos. También los pozos de agua salobre, lo que respalda que los valores altos corresponden a situaciones puntuales y no a tendencias. La excepción la registran los pozos MP-06A y MP-06B, en ambos casos con una mediana superior al resto, lo que estaría indicando valores de altos contenidos de Al total para el acuífero (salobre) y la salmuera en esta zona, que corresponde al borde en la zona de Tucúcaro. La zona de las lagunas, en comparación con las aguas someras (salobres) en este sector, en general presentan bajos contenidos de Aluminio total, con un valor máximo de 5,5 mg/L para LM-01, registrado en octubre de 2019, el que se considerará anómalo de acuerdo a los criterios detallados en este apartado (LM-01; 18-10-2019; 5,5 mg/l).

Para el Arsénico total, los pozos profundos son los que presentan las mayores concentraciones, destacando los pozos MP-01B y MP-03B que se encuentran en el área de la Zona Marginal, más cercanos a las lagunas La Punta – La Brava. Los valores de mediana son 26,04 mg/L y 12,12 mg/L, respectivamente. Respecto de los pozos profundos (salmuera), se observa, en general, un comportamiento estable, con algunos valores fuera de tendencia, pero no anómalos, en 2019. Para el caso de las lagunas, los puntos LM-01 y LM-02 presentan medianas de concentraciones del orden de los 2,7 mg/L, menores que los puntos LM-03 y LM-04, de medianas en torno a 7,5 mg/L. Estos punto de lagunas registran un importante alza de la concentración de Ársenico para 2019, en particular para los primeros meses del año, como se observa en la gráfica. El punto LM-16 presenta una mediana de 0,43 mg/L. Respecto de 2019, se observa un comportamiento consistente con su serie histórica.

Respecto del Boro total, al igual que para las concentraciones disueltas, este elemento se presenta en concentraciones elevadas en el sector. De la variación temporal de los datos, se observa una alta variabilidad en las concentraciones de los pozos profundos (salmuera), con valores característicos que van desde 318 mg/L (P25 en MP-03B) a 883 mg/L (P75 en MP-04B), estando todos por sobre los valores de las aguas de los pozos someros (aguas salobres) y también de las aguas superficiales (lagunas).

En las lagunas, las concentraciones de Boro Total en los puntos LM-01 y LM-02 son menores que los puntos LM-03 y LM-04, presentando estos últimos valores de hasta 402 mg/L, más del doble de las concentraciones máximas medidas en los primeros puntos. Sin embargo, los puntos LM-01 y LM-02 son los que presentan un mayor aumento de concentración en 2019, debido a las precipitaciones del mes de febrero. El punto LM-16 presenta la mediana más baja entre las muestras superficiales con 11 mg/L. Las lagunas concentran más contenido de Boro que las aguas someras (salobres), debido al proceso de evaporación a la que se ven expuestas. Las aguas someras (salobres) presentan medianas no superiores a 63 mg/L. En 2019 se observa cierto aumento de concentración en el primer trimestre en las lagunas y algunos pozos someros, debido al evento de precipitaciones.

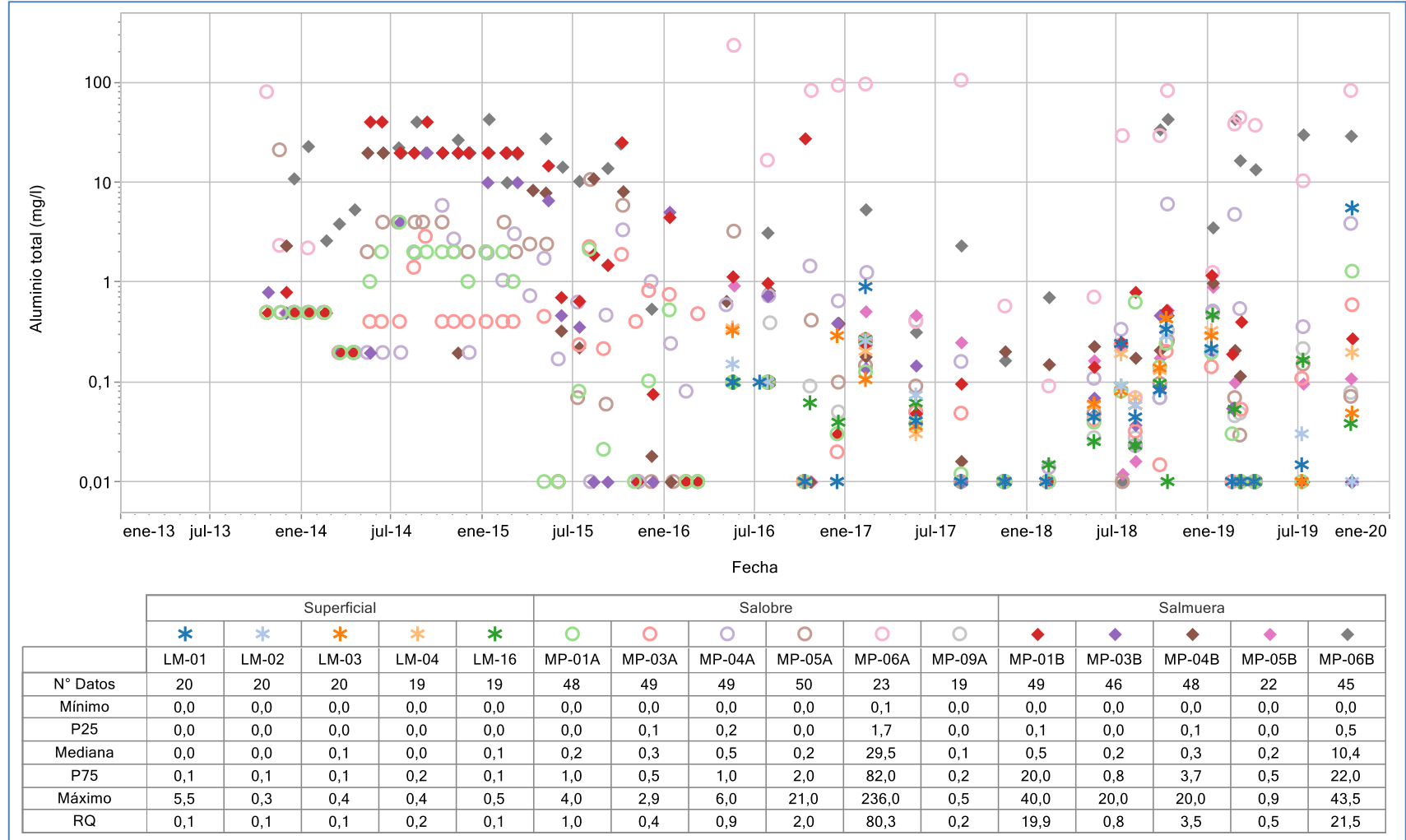
En relación a las concentraciones de Hierro total de la serie registrada, el pozo profundo MP-06B, y su homólogo somero MP-06A, son los que presentan las mayores concentraciones de hierro la mayoría del tiempo, incluso durante 2019. El resto de los pozos someros y profundos muestran concentraciones más bajas y con más dispersión. Las aguas superficiales (lagunas) presentan un comportamiento general estable, con valores muy bajos de concentraciones, salvo registros puntuales en LM-01, incluso en 2019, el cual podría ser un valor fuera de tendencia, incluso anómalo.

Así como el Boro, el Litio total se encuentra presente en la cuenca en concentraciones elevadas. De la variación temporal, se aprecia que son los pozos profundos (salmuera) los que presentan aguas con mayor concentración. El valor de las medianas de las concentraciones de Litio total en salmuera varían entre 600 mg/L hasta los 1.300 mg/L. Las aguas someras (salobres) y las aguas de las lagunas, presentan concentraciones por debajo de los contenidos de la salmuera, como evidentemente se espera para el sector en análisis.

En el caso del Silicio total, son las aguas someras (salobres) y superficiales las que presentan los mayores contenidos de ese elemento, con valores medianas muy similares, entre 35,5 mg/L (MP-06A) y 51,2 mg/L (LM-16). En cuanto a la salmuera, los registros son similares, pero con rango de medianas menor, que van de 6,5 mg/L (MP-05B) a 19 mg/L (MP-06B).

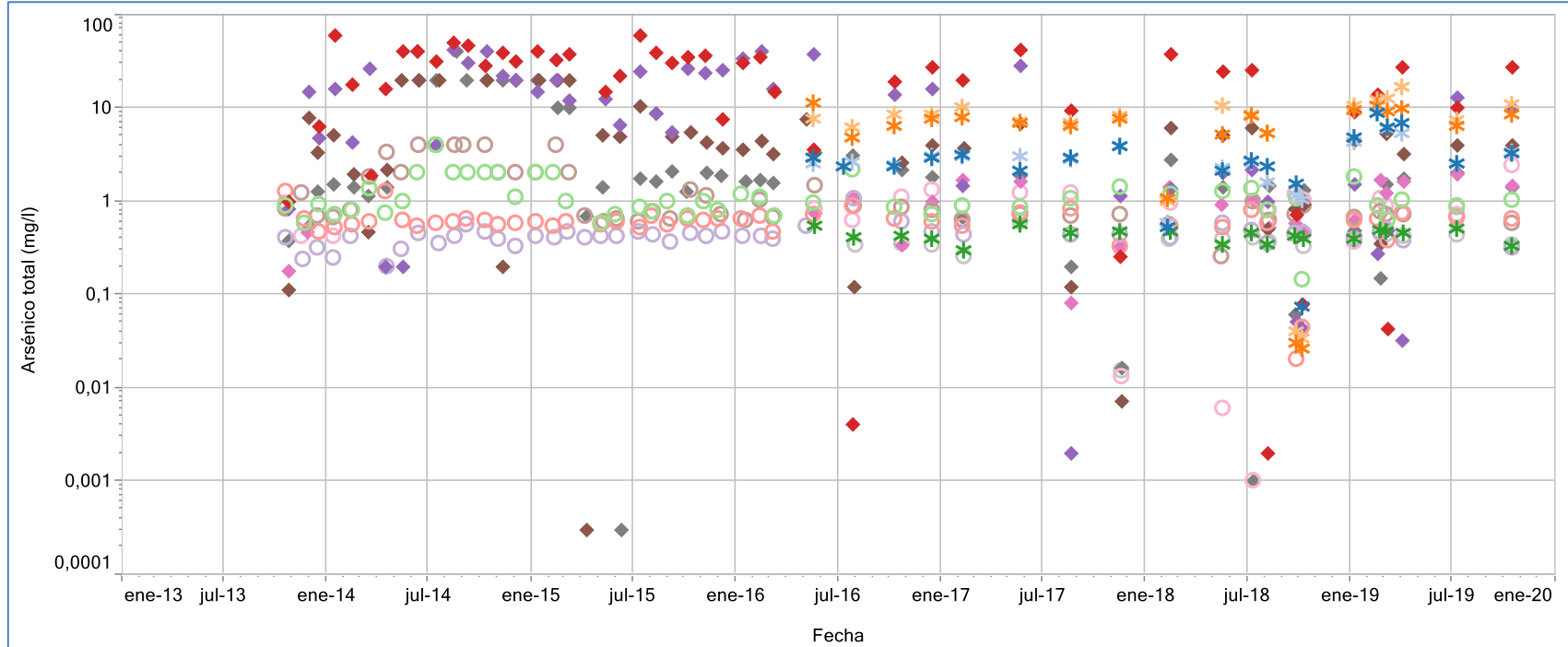
Para el Estroncio total, se tiene que los pozos MP-03B, y MP-01B, son los que presentan las concentraciones más altas del período registrado, con valores que ascienden hasta los 102,1 mg/L en MP-03B. Este parámetro muestra un comportamiento con mayor variabilidad en pozos profundos (salmuera) con medianas que van de 2,6 mg/L en MP-06B a 29,4 mg/L en MP-03B. Los pozos someros (salobres) tienen un comportamiento mas acotado, con medianas entre 1,9 mg/L (MP-03A) a 5,6 mg/L (MP-01A). Las lagunas presentan un comportamiento mas estable, con medianas similares en LM-01 y LM-02, como también entre LM-03 y LM-04. En 2019, los registros de estos puntos presentan un aumento, asociado al evento de precipitaciones del primer trimestre del año.

Figura 5-135 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

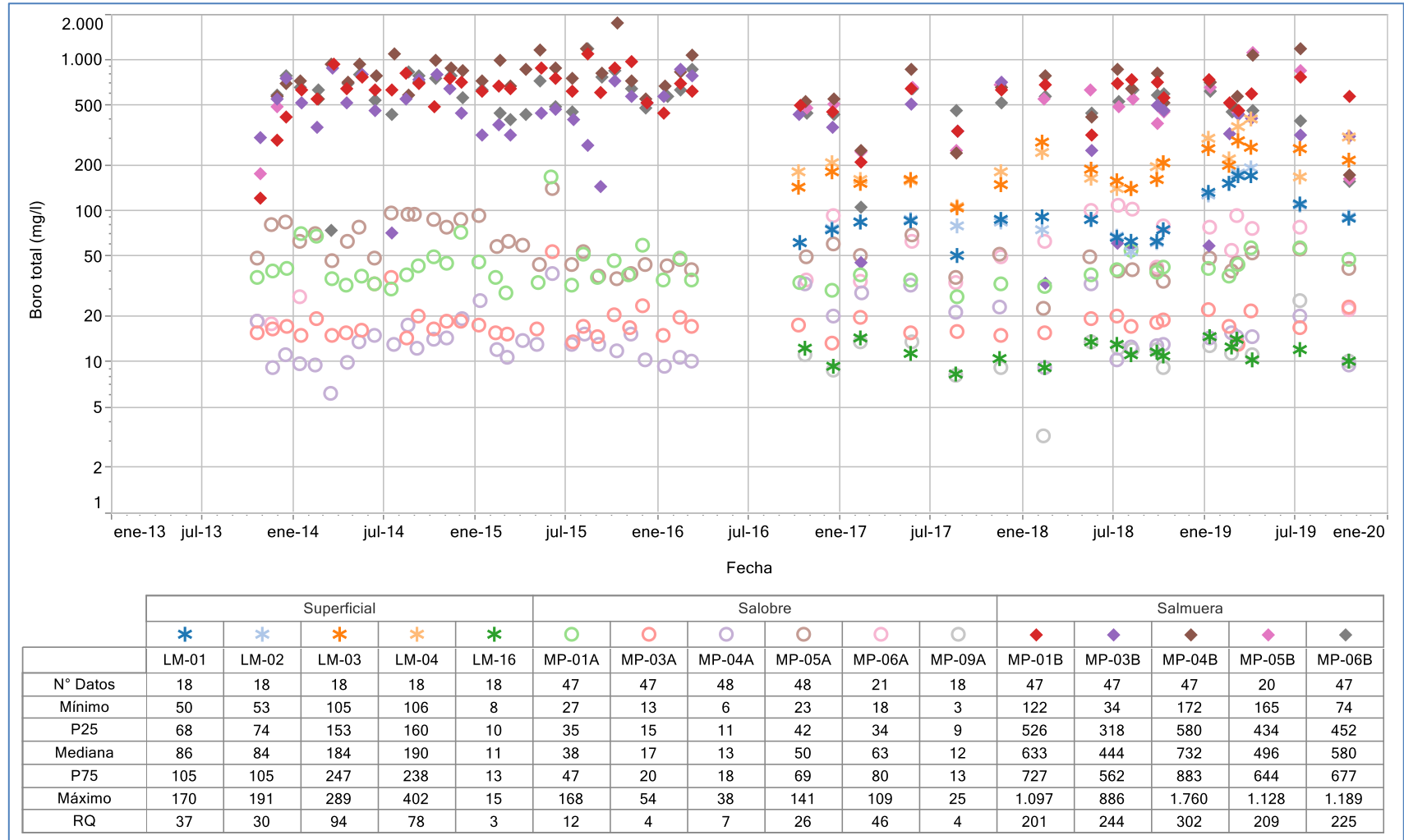
Figura 5-136 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



	Superficial					Salobre						Salmuera				
	*	*	*	*	*	○	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	◆
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	20	20	20	20	20	49	49	49	50	23	19	48	48	48	22	49
Mínimo	0,07	0,58	0,03	0,03	0,30	0,14	0,02	0,20	0,25	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
P25	2,26	2,34	5,23	6,56	0,39	0,79	0,54	0,39	0,67	0,51	0,34	9,30	1,43	2,11	0,49	1,26
Mediana	2,75	2,67	7,08	8,12	0,43	0,99	0,60	0,42	0,78	0,82	0,39	26,04	12,12	4,29	0,96	1,62
P75	3,38	3,43	8,41	10,23	0,47	1,34	0,65	0,47	1,73	1,07	0,43	36,35	23,98	7,00	1,46	2,80
Máximo	8,70	8,80	10,95	16,30	0,56	4,00	1,28	1,07	4,00	2,38	0,60	60,00	42,00	20,00	1,96	40,00
RQ	1,12	1,08	3,19	3,66	0,08	0,55	0,11	0,08	1,06	0,55	0,09	27,05	22,55	4,88	0,97	1,54

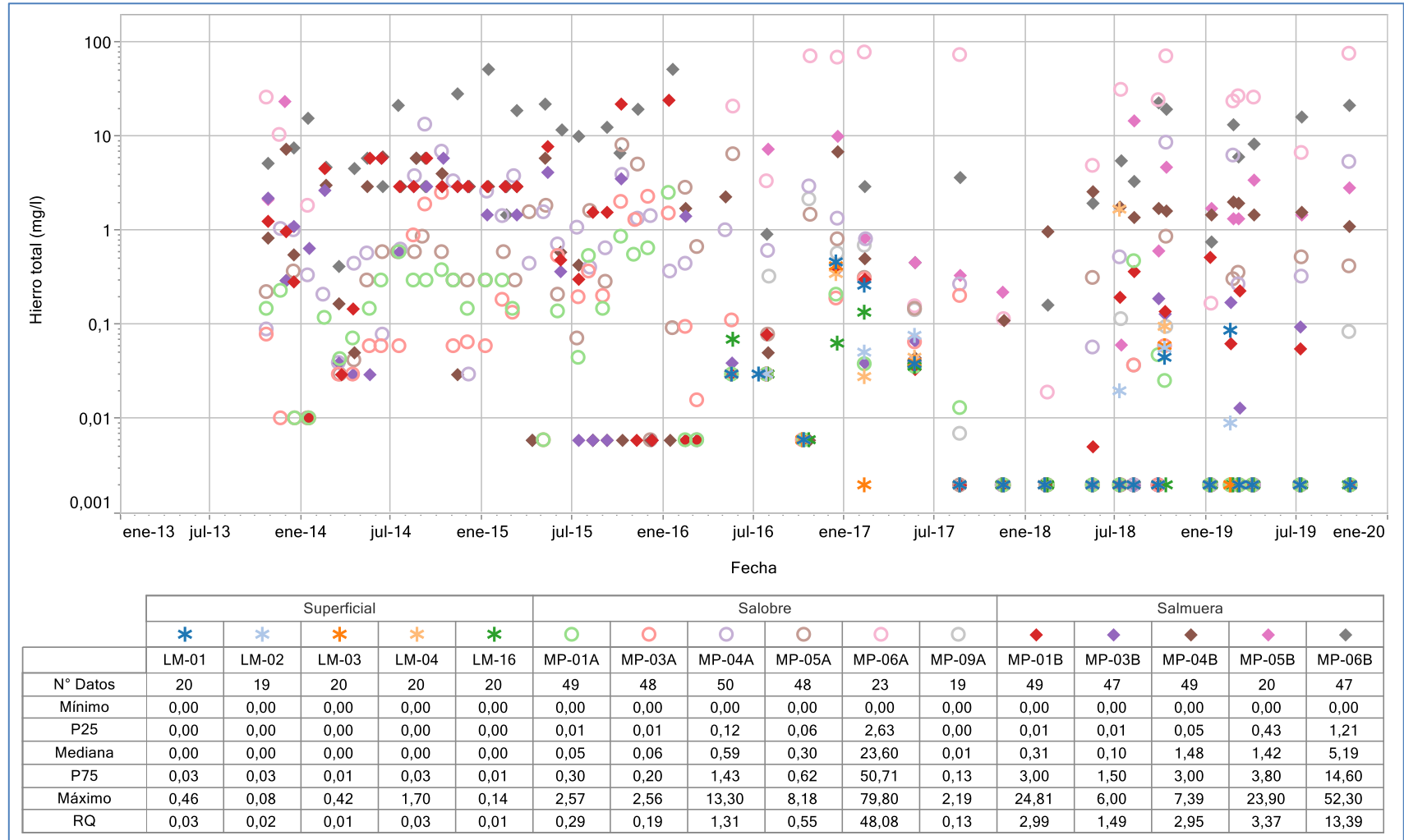
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-137 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



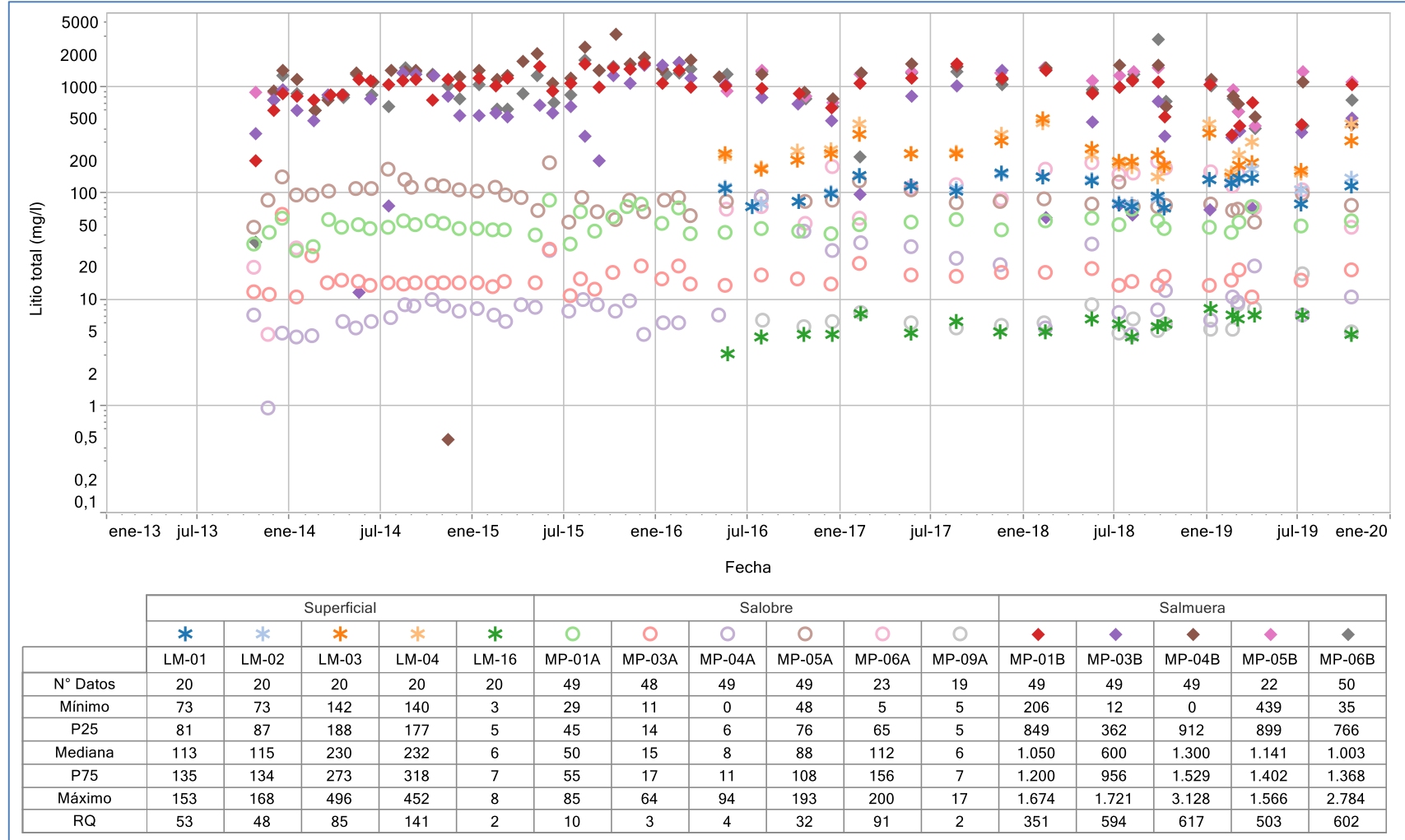
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-138 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



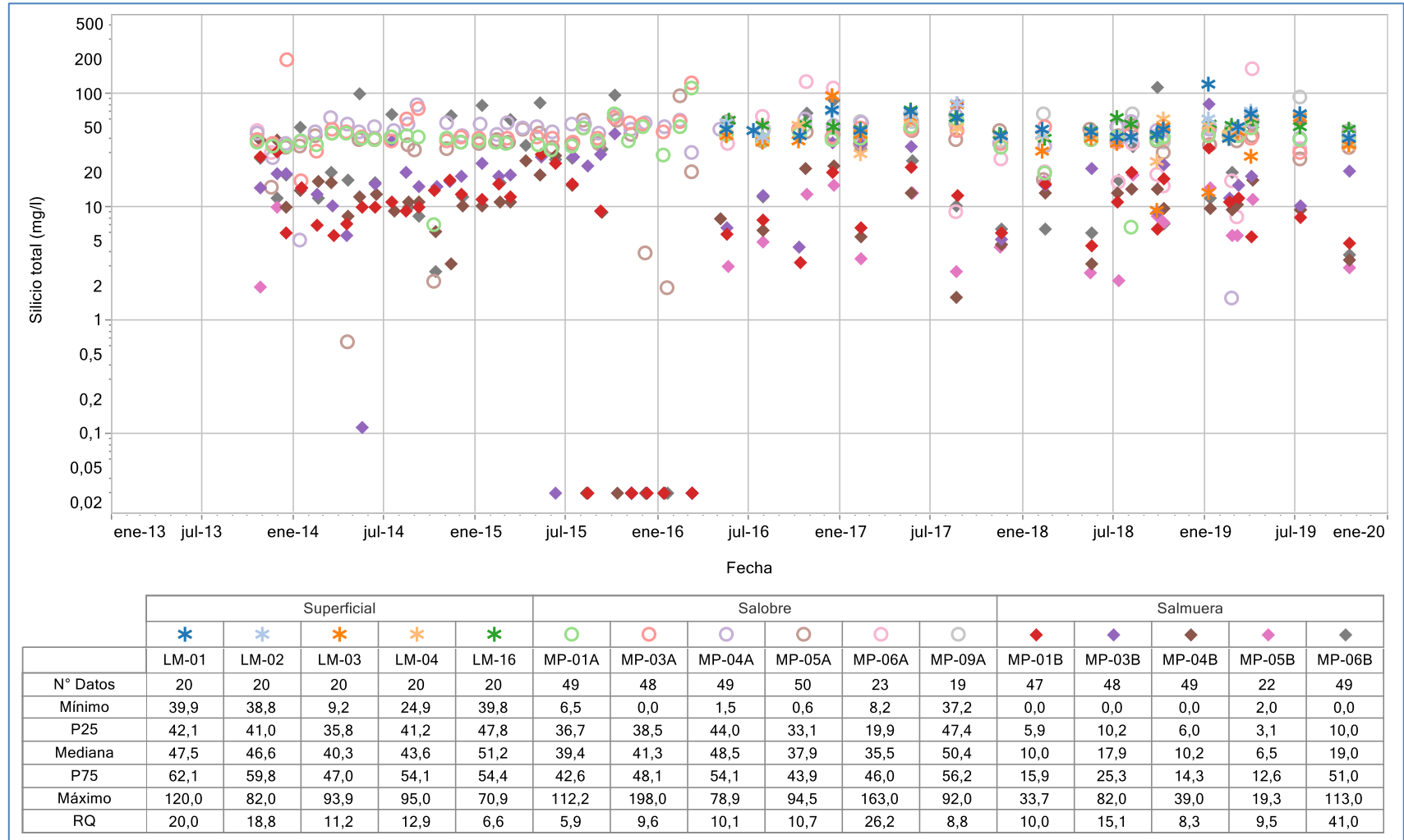
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-139 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



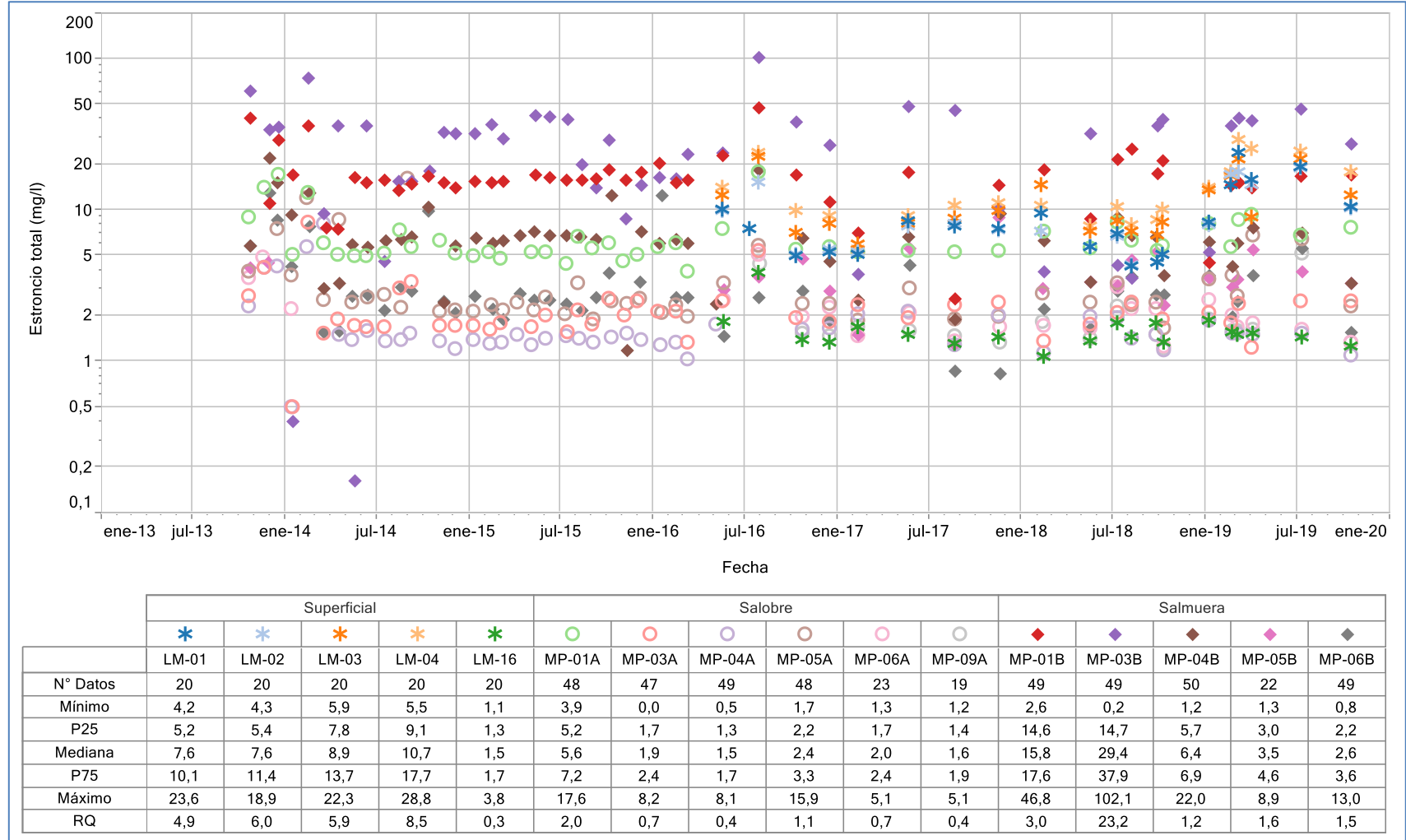
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-140 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-141 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/L), Sector La Punta-La Brava

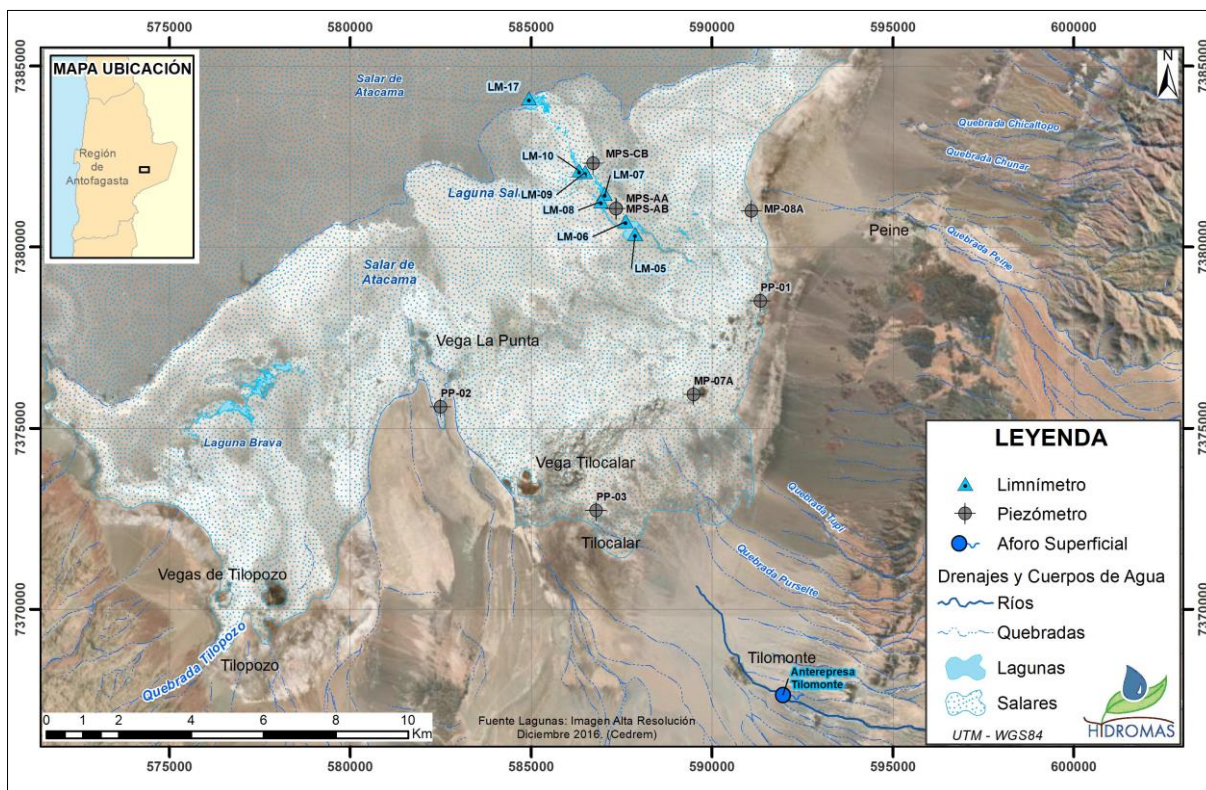


Fuente: Elaboración propia.

5.8.2 Sector Peine

La distribución de los puntos de monitoreo para el sector, se detalla en la siguiente figura:

Figura 5-142 Localización puntos de monitoreo Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que el punto LM-17 es un limnómetro que se instaló en pleno Núcleo, que gran parte del año está seco y que sólo puede muestrearse cuando hay lluvia o cuando la laguna Interna genera inundación. Pero, cuando es un evento de lluvia mayor, como en febrero de 2019, el acceso se encuentra restringido por peligro en el camino.

Debe indicarse también que en este sector se incluye el punto Vertiente Peine, que estando en el Anexo 3 de la Adenda 5 indicado como parte del sector Norte y Borde Este, por su ubicación se analiza en este sector.

También es importante indicar que los pozos PP-01, PP-02 y PP-03 están definidos como pozos de monitoreo de niveles freáticos, calidad química y posición de la cuña salina y, debido a esto último, los pozos están ranurados completamente. Para el monitoreo de la calidad química, la muestra se toma en la parte somera del pozo por lo que es representativa de las aguas salobres de este sector.

Se debe hacer una referencia especial a la situación del pozo MPS-AB, el cual comenzó a ser monitoreado con Bailer a partir de febrero de 2019, debido a la imposibilidad de acceder a él con una bomba para toma de muestra profunda, por el estado del terreno posterior al evento de precipitación de dicho mes. Este cambio significó que finalmente la muestra no se obtuviera desde la profundidad debida para este caso (corresponde a pozo profundo) y se tomara de agua mas bien somera (salobre). Esto se evidencia en los resultados de la calidad físicoquímica de este pozo, desde febrero en adelante, donde pasa a ser muy similar a la calidad físicoquímica de los pozos someros.

Además, debido a este cambio de método de monitoreo en el punto MPS-AB, muchos de los registros de este pozo en 2019 se consideran anómalos, de acuerdo con los criterios detallados en la introducción de este apartado. Todos los datos anómalos de este sector se presentan en la Tabla 3 del Anexo H-7.

El período de información que se analiza a continuación es desde el año 2013 a octubre 2019.

Parámetros Físico Químicos in situ

pH in situ

Los valores históricos de pH se presentan en diagramas de caja en la Figura 5-143, donde se incluye la tabla con estadígrafos correspondientes. De la gráfica y datos, se observa que las aguas superficiales presentan valores históricos de pH entre 7 UpH y 9,89 UpH, que corresponde a aguas neutras a básicas; los pozos en la salmuera muestran todos valores menores a pH 8 UpH, llegando hasta pH mínimos de 6,29 UpH, y las aguas salobres corresponden a aguas neutras. Para el punto MPS-AB, de acuerdo a los criterios establecidos, en 2019 se tienen 5 registros considerados anómalos, los que igualmente se incluyen en los gráficos y estadígrafos, como se ha señalado anteriormente³⁵.

Conductividad Eléctrica in situ

La Conductividad Eléctrica (CE) del sector Peine, de acuerdo a lo que se presentan en la Figura 5-144, incluyendo estadígrafos, muestra para las aguas superficiales, en el caso de la Anterempresa Tilomonte, una conductividad eléctrica con una mediana de 6.115 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cercano al límite inferior de las aguas consideradas como salobres. Este punto se ubica al sur del sector Peine, más alejado del Núcleo y donde recibe agua de las quebradas proveniente de la precordillera. Por otra parte se tiene la Vertiente Peine, con mediana de 4.082 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y P75 de 4.256 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que se considera agua dulce, lo que se condice

³⁵ MPS-AB; 19-02-2019; 7,77 UpH / MPS-CB; 19-02-2019; 314500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ / MPS-AB; 05-03-2019; 7,7 UpH / MPS-AB; 04-04-2019; 7,39 UpH / MPS-AB; 12-07-2019; 7,46 UpH / MPS-AB; 14-10-2019; 7,81 UpH

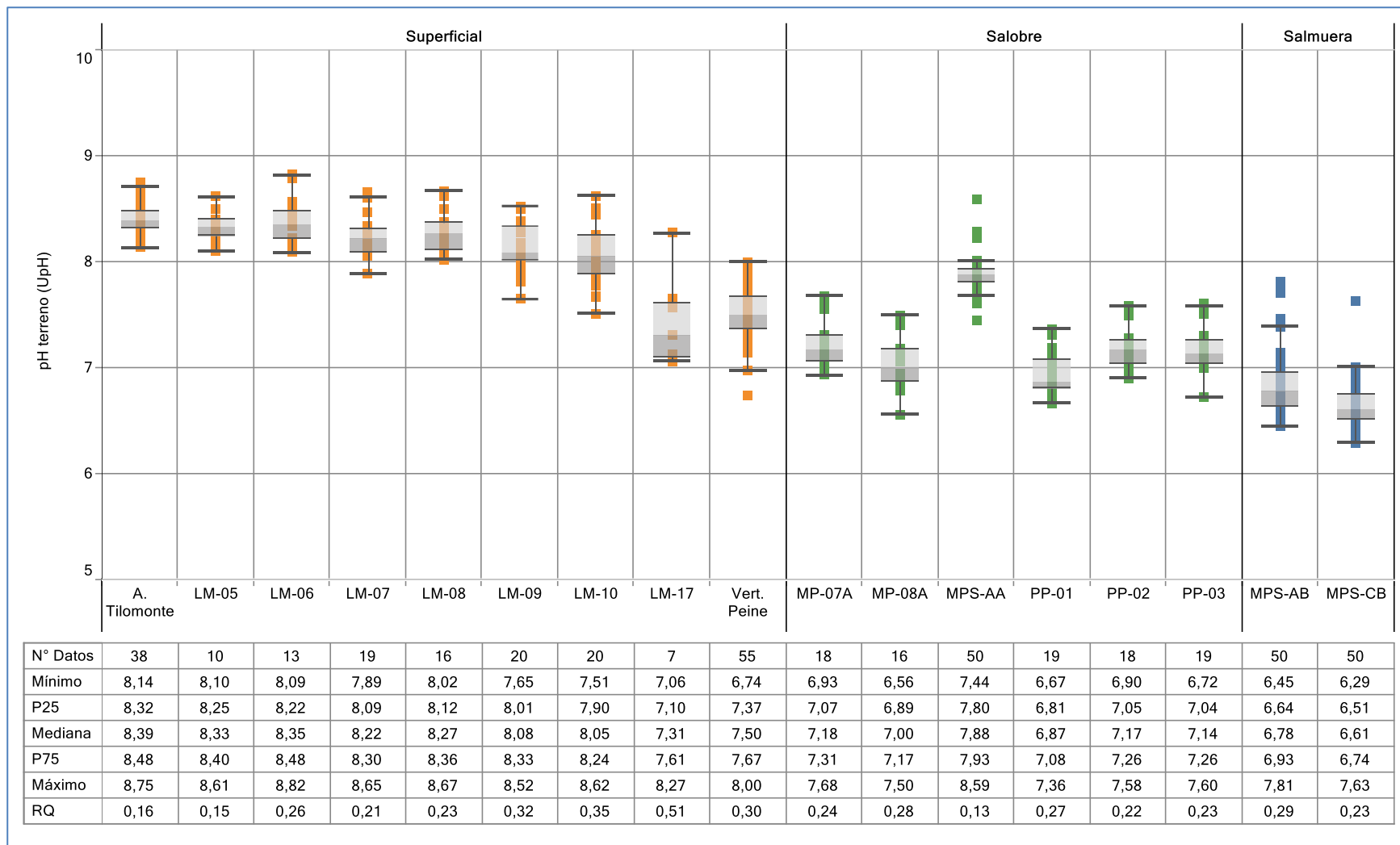
con su ubicación y origen de sus aguas. Para el resto de los puntos superficiales, las conductividades registradas evidentemente indican aguas salobres con valores desde 36.080 $\mu\text{S/cm}$ hasta 152.800 $\mu\text{S/cm}$ para los limnímetros, (LM-05 y LM-10, respectivamente). El LM-17, que como se ha informado anteriormente corresponde a un punto ubicado entre la laguna Interna y el Núcleo, presenta niveles de CE mayores (214.670 $\mu\text{S/cm}$ de mediana).

Para el caso de las aguas profundas los valores de conductividades son bastante altos, mayores de 200.000 $\mu\text{S/cm}$, y en el caso de los puntos MPS-AB y MPS-CB los valores máximos superan los 270.000 $\mu\text{S/cm}$. Lo anterior se debe a la utilización de instrumental que registra valores muy altos, ya que el instrumento es muy sensible en aguas con alto contenido de sales, como lo son las aguas profundas.

Para las aguas someras los registros de CE son menores, con el valor más alto en el MPS-AA (mediana de 66.775 $\mu\text{S/cm}$), el cual se encuentra al lado de las lagunas, cercano a la Laguna Salada. Los puntos MP-07A y MP-08A, cercanos al borde del salar, presentan valores que tienden a ser más bajos (medianas promedio en torno a 10.500 $\mu\text{S/cm}$, aproximadamente). Entre los puntos PP-0X, presentan leves diferencia en sus valores, esto posiblemente debido a su ubicación en el sector. Cabe destacar que la ubicación de los puntos PP-XX se encuentran sobre el borde del salar, alejados del Núcleo, por lo que es considerable que los valores de los parámetros medidos sean valores intermedios.

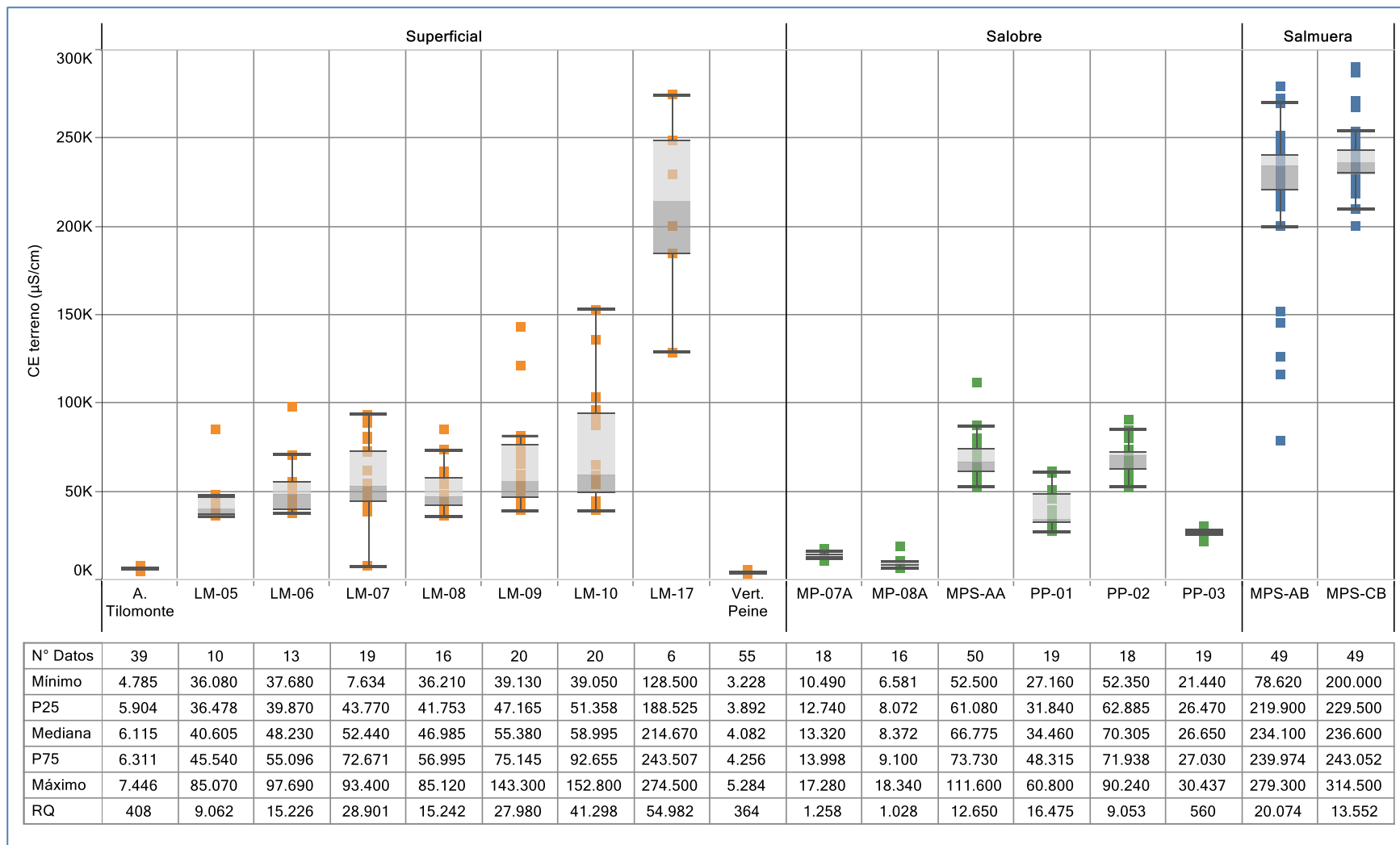
Se tiene en 2019, para el punto MPS-CB, un valor anómalo de CE, correspondiente a 314.500 $\mu\text{S/cm}$, registrado el 19 de febrero.

Figura 5-143 Diagrama de Caja, pH *in situ* histórico (UpH), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-144 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica *in situ* histórico (µS/cm), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

En el caso de los Sólidos Disueltos Totales (SDT), se presenta la Figura 5-145 con el diagrama de caja y tabla de estadígrafos para este sector. En general, las lagunas (LM-5 a LM-10) tienen valores de medianas de SDT comparables y en el rango de 20.305 mg/L (LM-05) a 29.685 mg/L (LM-10). El punto de monitoreo Antepresa Tilomonte presenta valores SDT con mediana de 3.061 mg/L y un valor anómalo de octubre de 2019 (29.510 mg/L). El punto Vertiente Peine presenta valores de SDT con mediana de 2.055 mg/L. El punto superficial LM-17, que se encuentra en el Núcleo, presenta altas concentraciones de sólidos disueltos, con una mediana de 120.100 mg/L. Las aguas salobres presentan, en general, concentraciones de SDT similares a las lagunas, exceptuando los puntos MP-07A y MP-08A, los que presentan medianas de 6.681 mg/L y 4.213 mg/L, respectivamente. Las aguas profundas en cambio, son las que tienen las SDT mayores, con valores de hasta 405.150 mg/L, que como se mencionó anteriormente, son tomados por un instrumental que registra hasta un cierto valor, muy sensible en aguas con alto contenido de sales, por lo que este valor se encuentra fuera de rango. Para el caso del pozo MPS-AB, los registros bajo el bigote inferior corresponden a los valores anómalos de 2019.

Oxígeno Disuelto *in situ*

En la Figura 5-146 se presenta la gráfica de cajas para el Oxígeno Disuelto (O.D.), junto con los datos con los estadígrafos de este elemento.

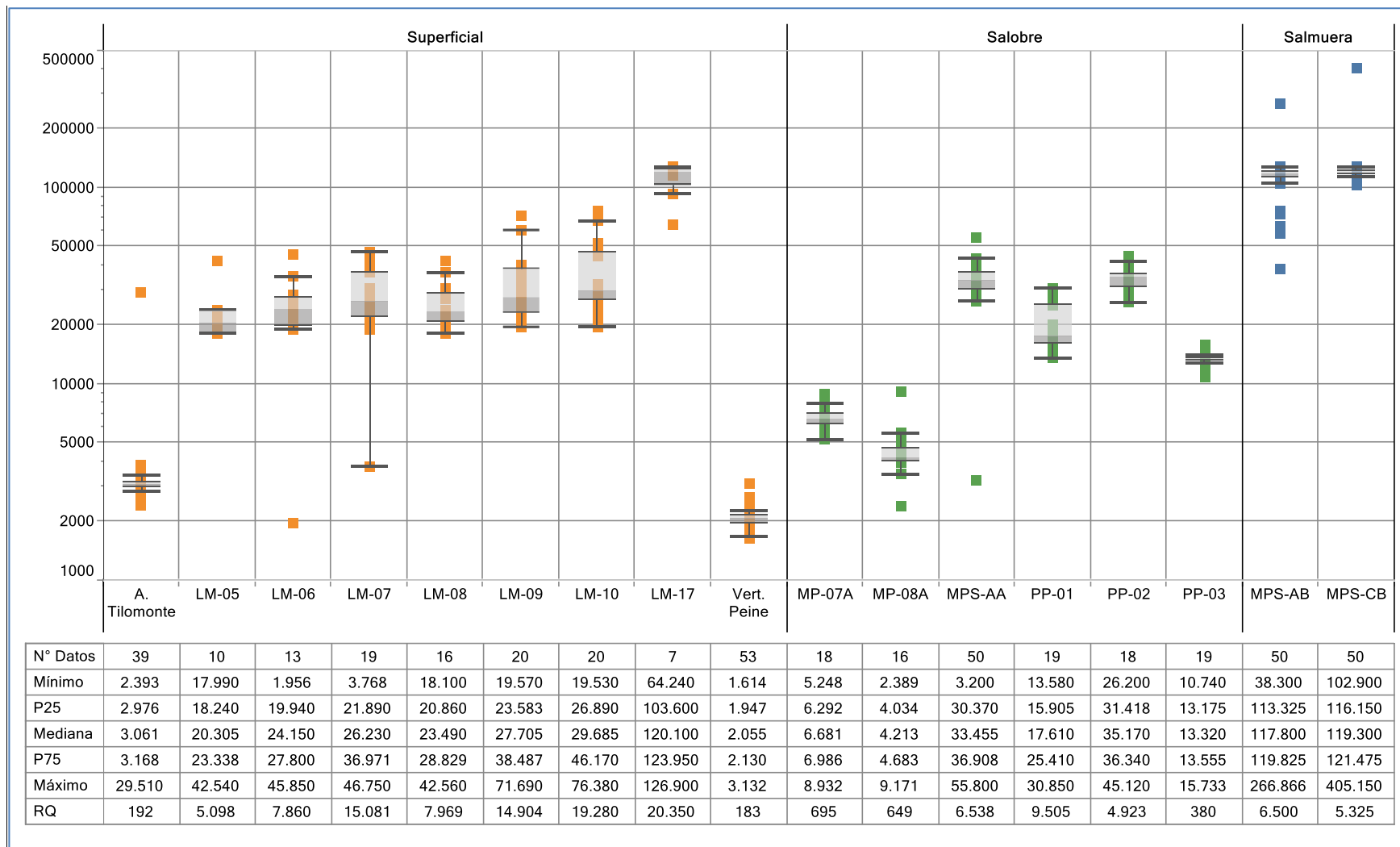
En el gráfico de cajas se puede observar que para los puntos de lagunas y la muestra superficial Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine, las medianas corresponden a los valores de O.D. más altos del sector, además de presentar mayor dispersión (valor RQ). Para el punto LM-17, el valor de O.D. es menor al resto, con una mediana de 0,74 mg/L. Para el caso de las aguas profundas, se presentan contenidos aún menores que los anteriores, con aguas anóxicas dada la alta concentración de sales, con mínimas de O.D. de 0,01 mg/L y máximas de 3,05 mg/L. Las aguas someras, presentan concentraciones intermedias respecto de las mencionadas anteriormente, con un máximo de 4,72 mg/L para el punto MP-07A y menor de 0,02 mg/L para el punto MPS-AA.

Temperatura *in situ*

Para la temperatura del agua (T°C), en el sector Peine, se presenta en la Figura 5-147 con diagrama de cajas y con los datos estadígrafos.

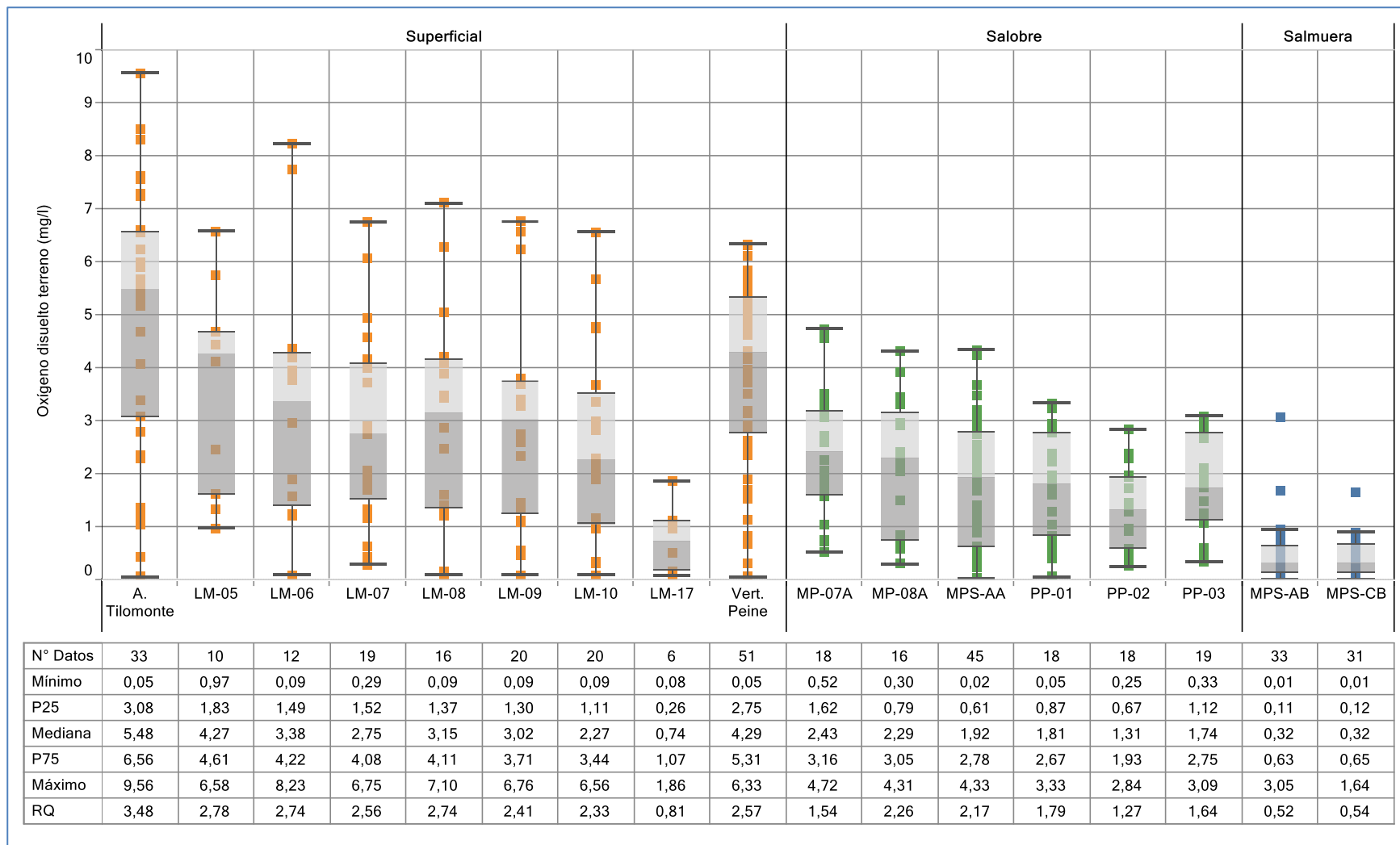
De la gráfica y registros históricos, se puede señalar que los rangos tanto de las aguas profundas con las aguas superficiales y someras, son del mismo orden y magnitud, con alta variabilidad en el tiempo, con mínimas de 3,4 °C y máximas de 32,2°C.

Figura 5-145 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/L), Sector Peine



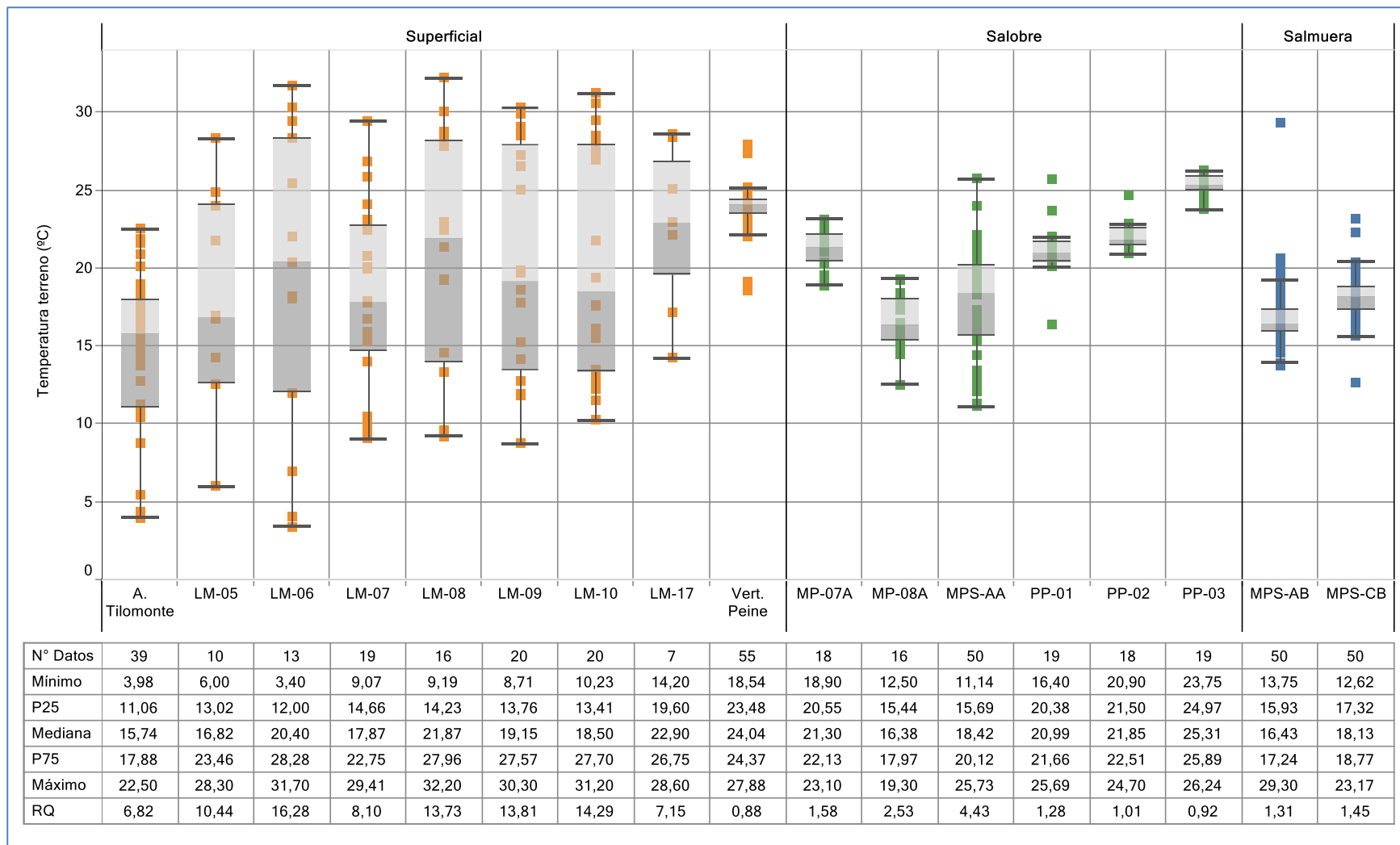
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-146 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto OD in situ histórico (mg/L), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-147 Diagrama de Caja, Temperatura in situ histórico (°C), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Variación Temporal de los parámetros

Para los parámetros in situ analizados en Sector Peine se presenta en la Figura 5-148 y en la Figura 5-149 los gráficos con la variación temporal de los valores registrados en el período 2013 a 2019.

El pH muestra en el tiempo muestra una tendencia sin mayores variaciones de los valores registrados en cada punto, tanto para los pozos profundos (salmuera), como para los someros (salobre) y lagunas, pero si se muestran variaciones coincidentes con eventos de precipitación. Particularmente, se observa esto en el primer trimestre de 2019, debido al evento de precipitaciones de febrero. Se puede observar que para las muestras de las lagunas predominan aguas neutras a básicas, entre 7 y 9 UpH; para las someras la tendencia es neutra a básica y para las profundas más neutras, entre 6 a 7 UpH.

La Temperatura, evidencia un comportamiento con rangos variables para los pozos someros, profundos y aguas superficiales (lagunas, Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine), siendo éstas últimas las que presentan los valores más altos y bajos en temperatura, debido a su relación con la temperatura ambiente.

Para la Conductividad Eléctrica (CE), los valores más altos se presentan en los pozos profundos, con valores que superan los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en registros históricos y en lo registrado para el año 2019, excepto el pozo MPS-AB. En el caso de los pozos someros, se observa una cierta variación estacional; para la Anterrepresa Tilomonte y la Vertiente Peine las conductividades son las más bajas y para las lagunas pueden registrar conductividades altas como las del punto LM-17, en campañas que registran valores mayores a los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Además, las lagunas casi en su totalidad presentan un importante aumento de CE durante el primer trimestre de 2019, debido a las precipitaciones de febrero,

Los SDT muestran comportamiento similar a la CE, dada la correlación existente entre estos 2 elementos, y una tendencia estable para cada uno de los puntos analizados, excepto algunas lagunas en el primer trimestre de 2019, con aumento sincrónico de SDT con la CE debido a las precipitaciones registradas en ese periodo.

Finalmente, el O.D. se presenta con mucha dispersión para la estación AnterrepresaTilomonte, al igual que para las lagunas, con la mayor variabilidad de todos los puntos, y una tendencia a aumentar esta dispersión después de Julio 2014. Dicha tendencia cambia y a fines de 2018 tiende a descender y a inicios de 2019 vuelve a subir.

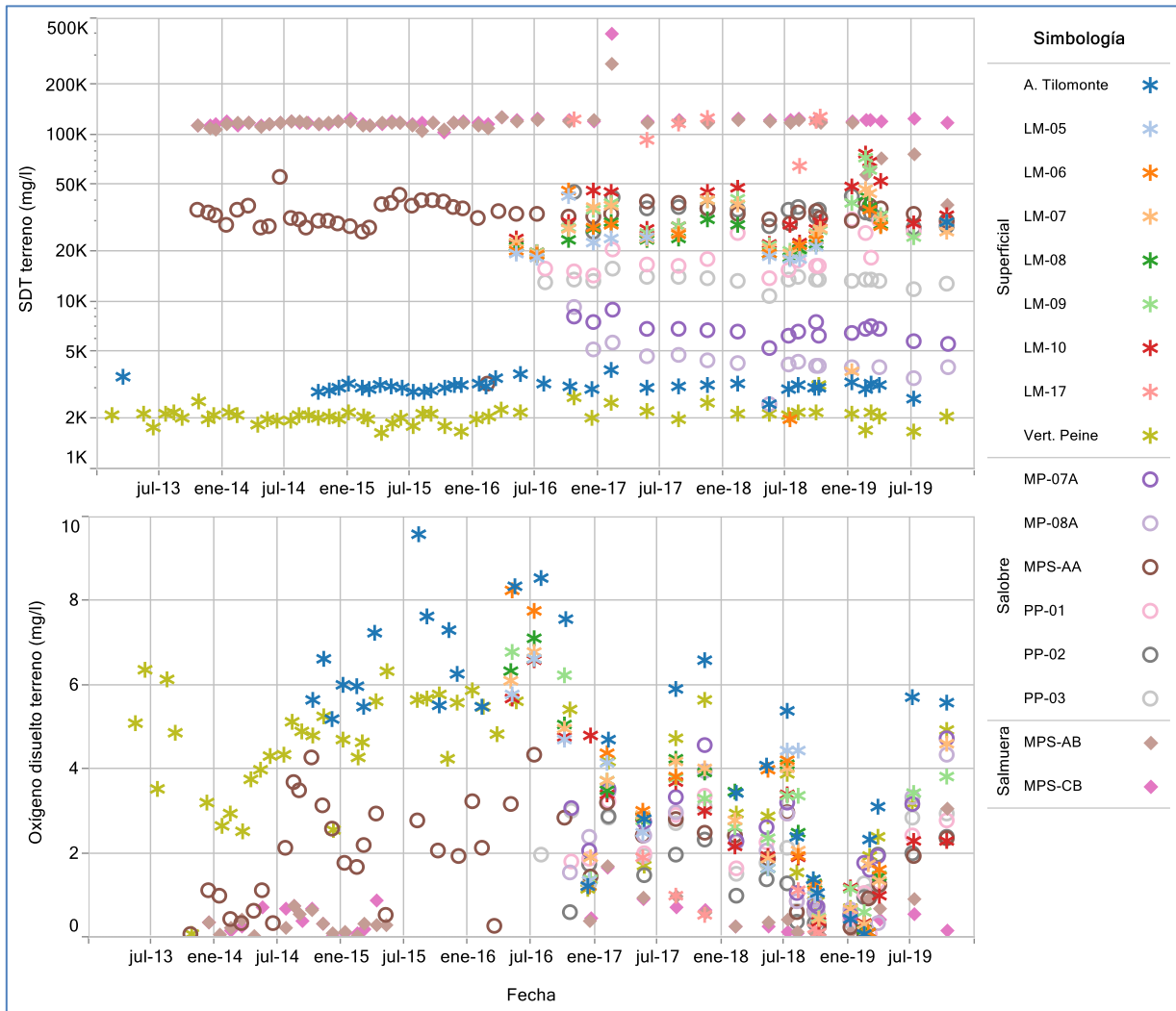
En general, los parámetros in situ medidos en el 2019, registran valores que se encuentran dentro del rango de variación natural de ellos.

Figura 5-148 Variación Temporal: pH, Temperatura, CE *in Situ*, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-149 Variación Temporal: SDT y OD in Situ, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Parámetros Físico Químicos de laboratorio

A continuación, al igual que para los parámetros comprometidos *in situ*, se presenta un breve análisis junto con diagramas de caja, tablas de estadígrafos y variación temporal de los parámetros físico-químicos medidos en Laboratorio, en el Sector Peine.

El período de información que se analiza es desde el año 2013 a octubre 2019.

pH Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio para el Sector Peine Figura 5-150, en cuanto a las lagunas, son similares a los medidos *in situ*.

Para la muestra Anterepresa Tilomonte, se tienen valores de pH más acotados que los mostrados anteriormente, entre 8,13 a 8,56 UpH. El resto de las lagunas presentan rangos entre los 6,91 a 8,8 UpH, salvo el LM-07 que presenta un valor de 6,44 UpH, el cual se encuentra fuera del rango, siendo este valor el mínimo histórico registrado. El LM-17, presenta pH más bajo dado que está cerca del Núcleo, con una mediana de 7,2 UpH.

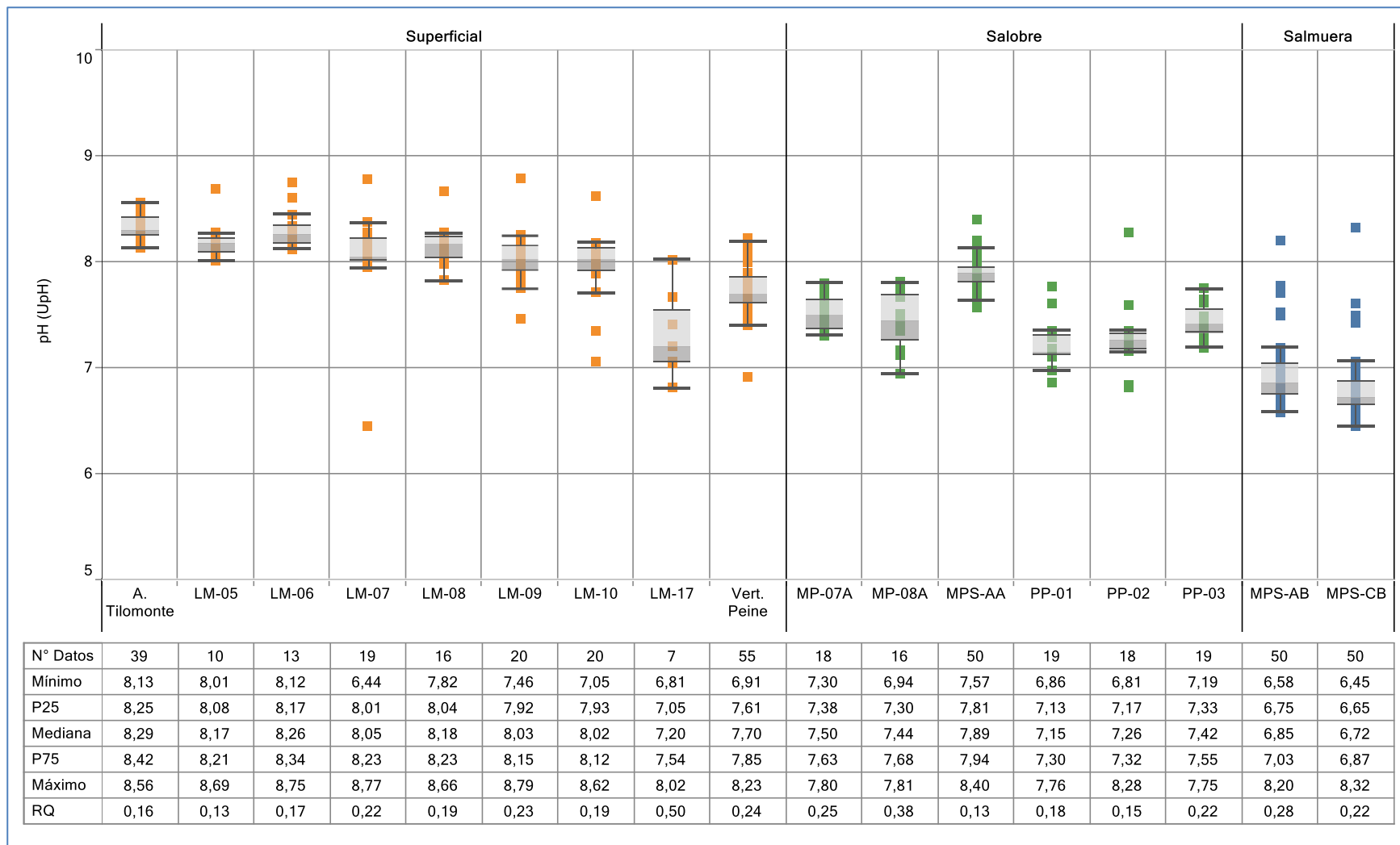
Los resultados de pH obtenidos en laboratorio para los pozos someros y profundos, se encuentran dentro rangos de los registrados históricamente, cercanos a la neutralidad y aumentando a muestras más básicas.

Conductividad Eléctrica Laboratorio

Se presenta en la Figura 5-151 los datos de CE obtenida tras el análisis de laboratorio. Los valores medidos son más ajustados que los de terreno. Las lagunas (LM-05 a LM-10) presentan medianas promedio de 53.250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y cuyos valores son levemente mayores a los registrados en terreno. Por su cercanía al Núcleo del Salar, el punto LM-17 presenta valores más elevados, con mediana de 240.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (valor mínimo en gráfico se considera outlier). La estación Anterepresa Tilomonte es la que presenta las CE más bajas con una mediana de 6.110 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Además, la Vertiente Peine presenta una CE estable, con mediana de 4.040 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

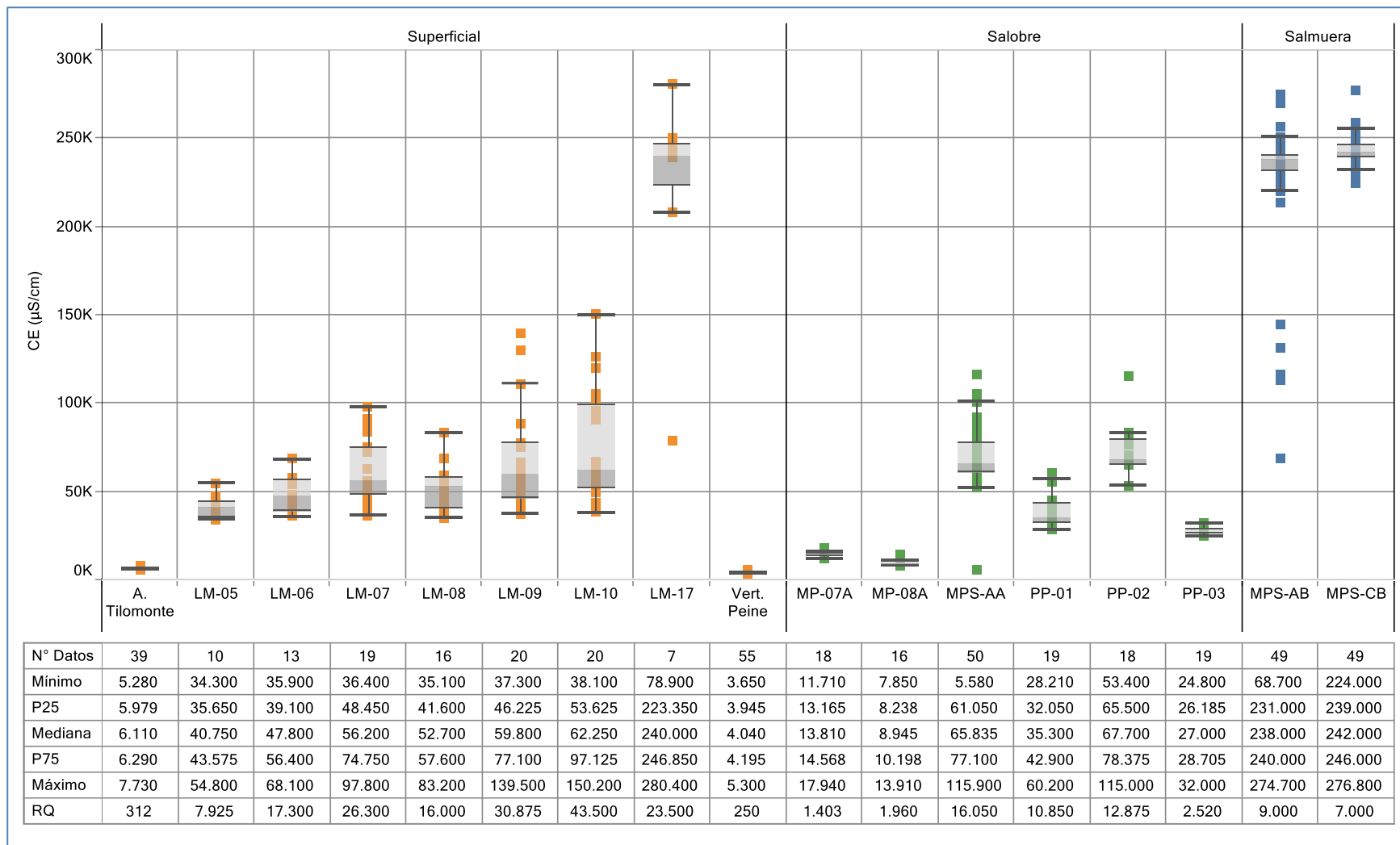
Los pozos profundos presentan medianas en torno a 240.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el pozo MPS- AB presenta una serie de valores bajos, los cuales corresponden a los registros considerados anómalos para 2019. Los pozos someros MPS-AA, PP-01 y PP-02 presentan CE comparable con las lagunas, pero los pozos MP-07A, MP-08A y PP-03 presentan CE menores, con baja dispersión.

Figura 5-150 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico (UpH), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-151 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Sólidos Disueltos Totales Laboratorio

Para el caso de los Sólidos Disueltos Totales (SDT), Figura 5-152, se obtienen resultados más acotados y valores menores para el caso de las lagunas y pozos someros, y valores mayores para el caso de LM-17 y pozos profundos.

Las lagunas, representadas por los puntos LM-05 a LM-10, presentan valores de SDT, en general, por debajo de los 70.000 mg/L, con la excepción de algunos valores fuera de tendencia. El punto LM-17 al estar cerca del Núcleo, y ser por lo tanto aguas muy salobres, también presenta SDT altos. La vertiente Peine presenta valores muy estables en todo su registro, con mediana 2.840 mg/L. Los pozos profundos presentan registros mayores que los in situ, hasta un valor máximo de 559.000 mg/L, medido en MPS-CB, el cual se considera fuera de tendencia.

Para los puntos PP-0X, los valores mínimos están alrededor de los 14.100 mg/L a los 60.500 mg/L.

Densidad Laboratorio

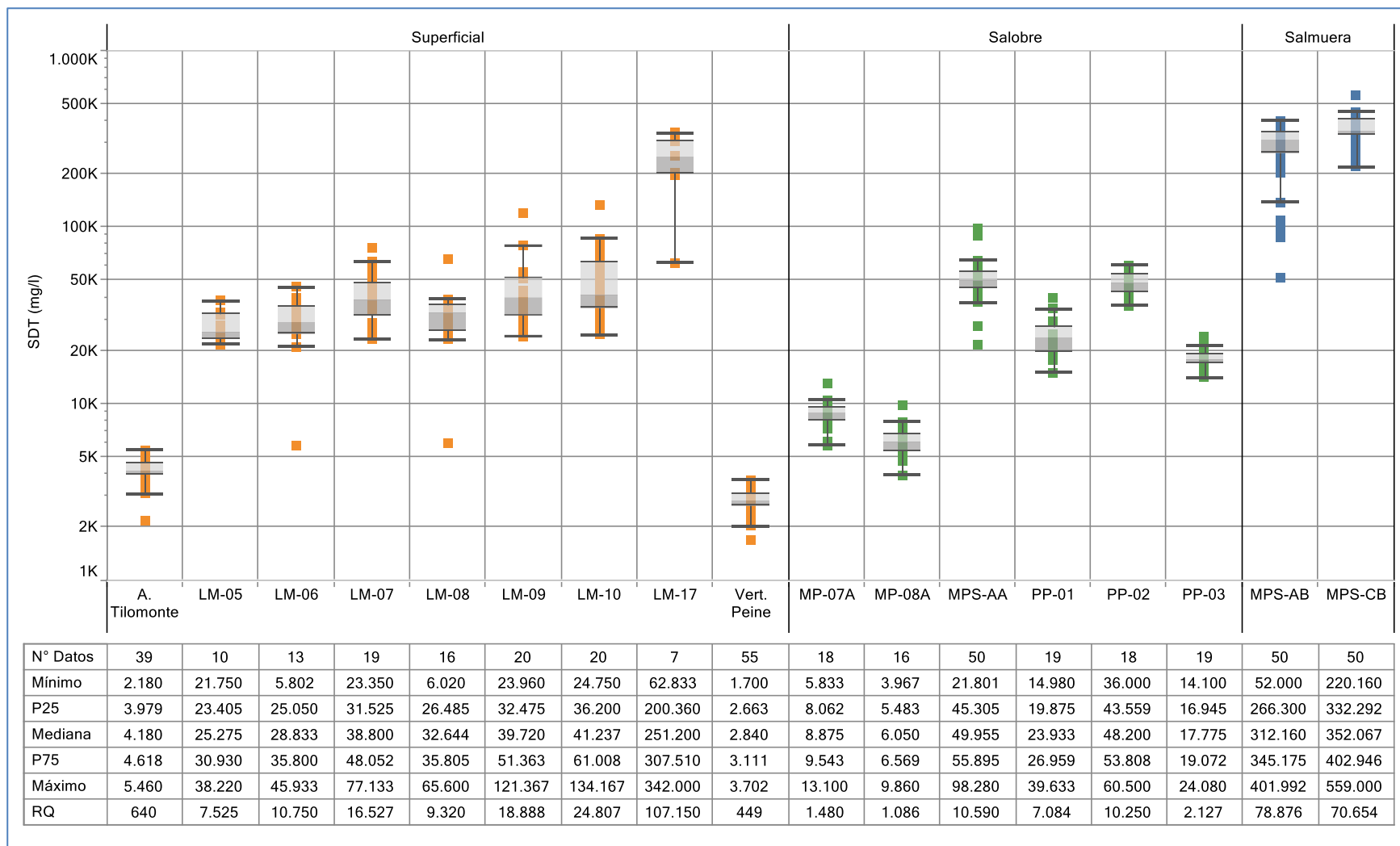
En relación a la densidad para este sector, Figura 5-153, indican que, tanto la estación Anterrepresa Tilomonte, como las lagunas, y los pozos someros, tienen menor densidad y rangos muy acotados, entre 1 g/mL y 1,1 g/mL ya que corresponden a aguas dulces y salobres, pero menos densas que las aguas subterráneas profundas, que representan las salmueras.

Las aguas profundas, presentan densidades un poco más altas, entre mínimas de 0,96 g/mL y máximas de 1,3 g/mL. El pozo MPS-CB presenta un valor anómalo de 2,2 mg/L en enero de 2019, el cual no se muestra en la gráfica.

El valor mínimo analizado por el laboratorio para LM-17 de 0,48 g/mL se considera fuera de rango, por lo que para fines de análisis y de graficas no se utilizara, por lo tanto la densidad más alta para este punto es de 1,21 g/mL.

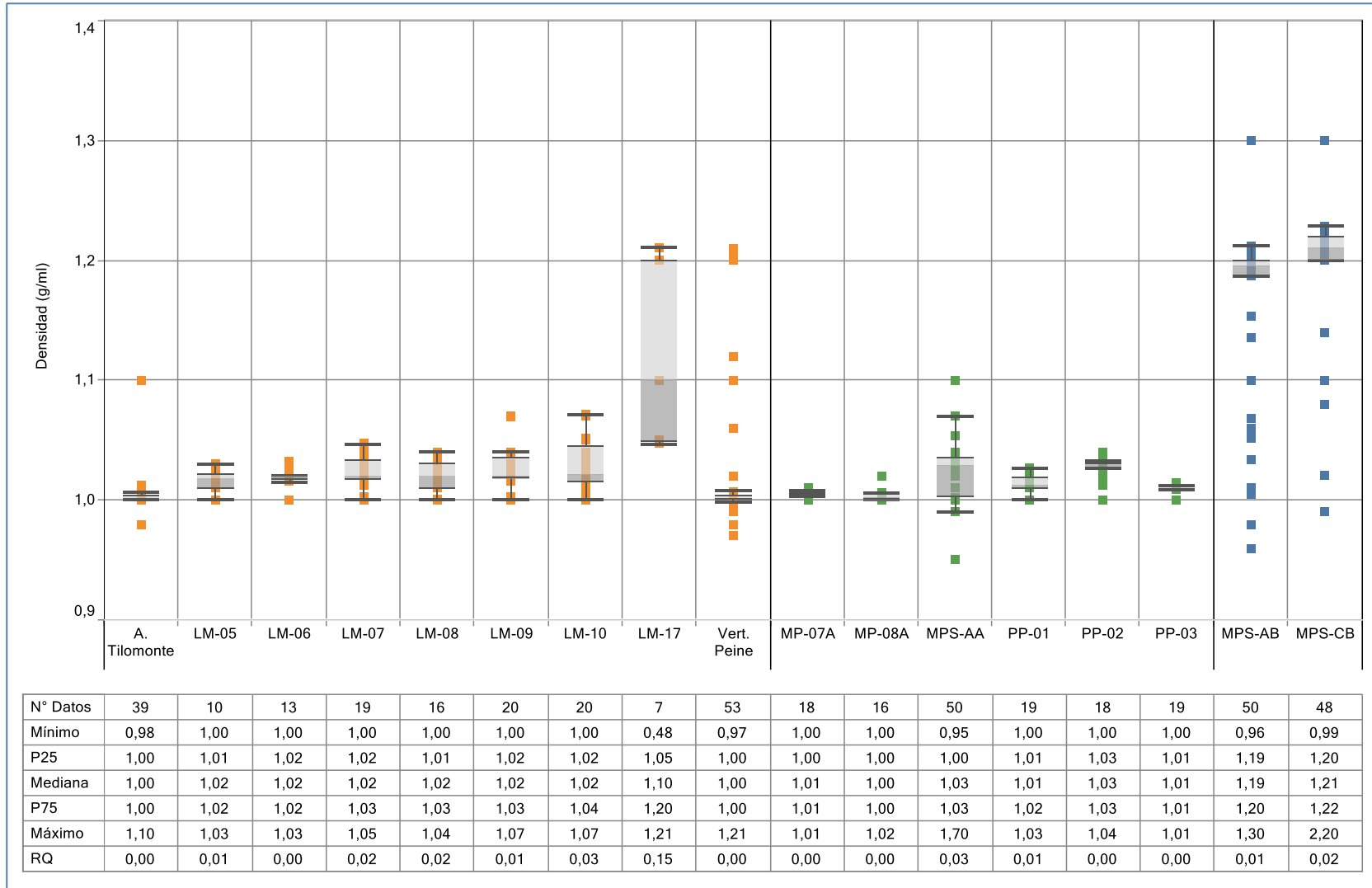
Los puntos PP-0X, presentan densidades con registros similares a los de las lagunas, con una mediana de 1 g/mL.

Figura 5-152 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-153 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/mL), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Variación Temporal de los parámetros

Para el análisis temporal de los datos de laboratorio de pH, CE, SDT y Densidad se presenta la Figura 5-154 y la Figura 5-155, con la variación en el tiempo de éstos, entre los años que se tiene registros 2013 -2019.

Respecto del año 2019, es relevante indicar que, para las lagunas (puntos LM), la CE y los SDT tienen un importante aumento durante los primeros meses del año debido al evento de precipitaciones de febrero. Esto ha implicado también un descenso en los valores de pH registrados para estos puntos.

El pH, en general presenta valores que oscilan entre el rango neutro a neutro alcalino, con valores de 6,5 y 8,5 UpH. Los valores se mantienen estables, con leves variaciones estacionales, que podrían estar asociadas más a la temperatura de la muestra de agua, que a un cambio en la composición química de éstas.

Para los pozos someros con registros históricos, se encuentran representados por el pozo MPS-AA. La variación temporal de este pozo indica una tendencia pareja o estable en el tiempo, cercana a un promedio de 7,8 de pH. En el caso de las aguas profundas, muestran una variación en general entre los 6, a los 7,3 upH, esto es dentro de la variación natural.

La Conductividad Eléctrica, según la serie de datos registrados no presenta una variabilidad estacional marcada. Las aguas profundas presentan una tendencia estable, con rangos entre los 213.000 $\mu\text{S/cm}$ y los 269.000 $\mu\text{S/cm}$. Los valores registrados en el 2019 presentan valores altos, mayores de 200.000 $\mu\text{S/cm}$, con la excepción del pozo MPS-AB, que presenta valores menores debido a que no fue monitoreado a la profundidad correspondiente a pozo profundo y se tomo muestra representativa a agua somera.

En el caso de las aguas someras, estas presentan mayor dispersión de los datos y rango de valores, entre los 5.000 $\mu\text{S/cm}$ y 115.900 $\mu\text{S/cm}$, aproximadamente.

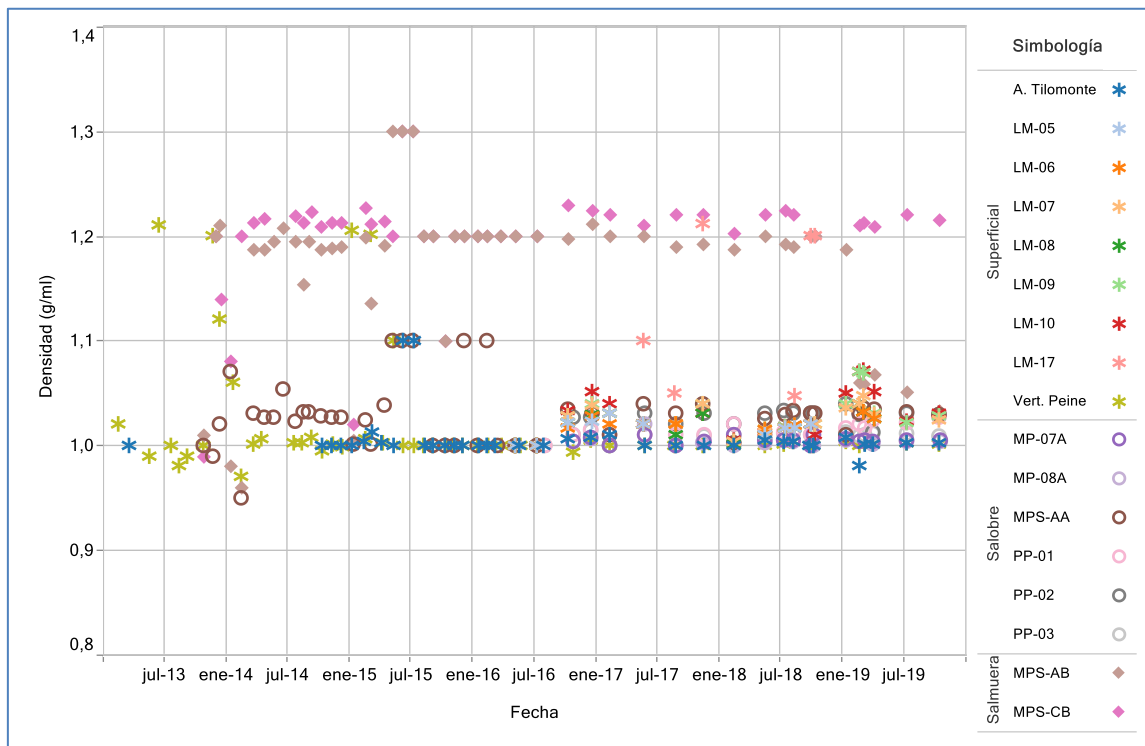
Los Sólidos Disueltos Totales, en general, muestran un comportamiento diferenciado entre aguas profundas y aguas más someras. En el caso de las aguas profundas, estas muestran mayor dispersión en los registros. Lo anterior, podría tener su origen en la variación de las técnicas de análisis usados por el laboratorio. En 2019, se evidencia nuevamente el comportamiento dispar del pozo MPS-AB debido a las razones ya indicadas.

La variación histórica de aguas someras (MPS-AA), muestra una tendencia muy similar a la CE, en el mismo punto, dada la correlación que existe entre estos dos parámetros. Los puntos de monitoreo incorporados desde el 2016 muestran valores de SDT que oscilan entre 6.000 y 66.400 mg/L. Con una tendencia observada a la estabilidad de sus valores, lo mismo

ocurre en el caso del punto de monitoreo Antepresa Tilomonte, con valores que oscilan entre 2.000 mg/L y 6.000 mg/L.

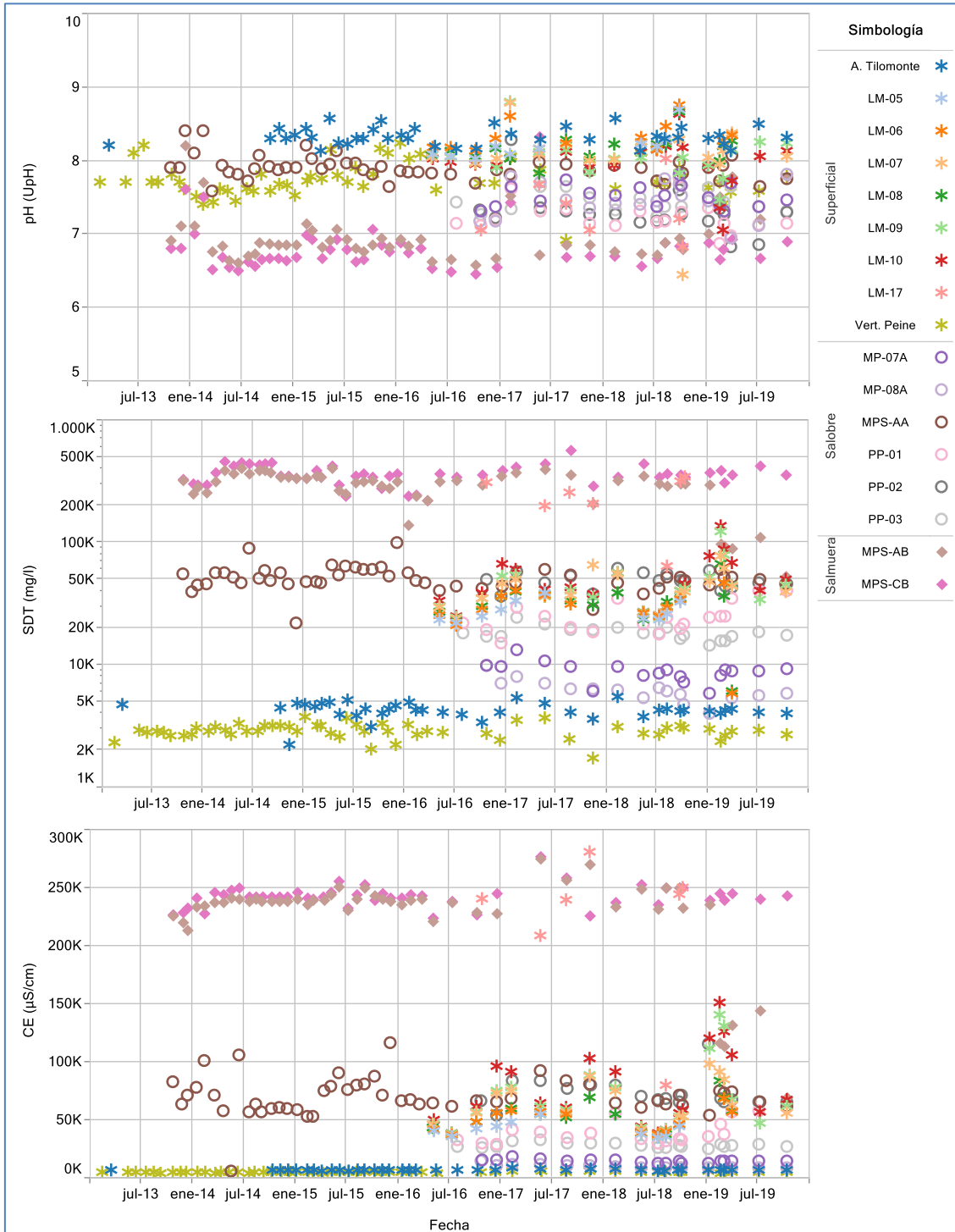
El registro temporal del parámetro Densidad, muestra un comportamiento estable para toda la serie disponible, ésta se presenta con valores con poca variabilidad considerando la fuente de las aguas, aguas profundas con densidad mayor a 1,1 g/mL (más densas y pesadas, salvo MPS-AB en 2019); y aguas someras y superficiales con densidades menores, en general bajo los 1,04 g/mL.

Figura 5-154 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-155 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Mayoritarios Disueltos

Los elementos mayoritarios disueltos, divididos en aniones y cationes, se presentan desde la Figura 5-156 a la Figura 5-163. Los aniones que se analizan corresponden a Cloruros (Cl⁻), Sulfatos (SO₄²⁻), Bicarbonatos (HCO₃⁻) y Nitratos (NO₃⁻). A continuación, se presenta el análisis de la información para los aniones.

En cuanto a la evolución temporal, se observa que para los 4 aniones analizados, en general los valores medidos en el 2019, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se mantienen dentro de la variación natural. Sin embargo se observa que estos parámetros presentan aumentos durante el primer trimestre para las aguas superficiales ya que responden al avento de precipitaciones que tuvo lugar en dicho periodo. Por otra parte, el pozo profundo MPS-AB presenta concentraciones similares a las aguas someras debido a un cambio en el método de monitoreo, como se ha comentado.

Los registros de Cloruros (Figura 5-156), permiten evidenciar un comportamiento distinto, con rangos diferenciados en magnitud, para las aguas profundas (MPS-AB y MPS-CB) con mediana de concentraciones de Cloruros en torno a 180.000 mg/L, las aguas someras representadas por MPS-AA con mediana de 23.672 mg/L, y aguas dulces de quebradas o vertientes, como es el caso de estación Anterepresa Tilomonte (mediana de 1.649 mg/L) y Vertiente Peine (mediana de 916 mg/L).

En el caso de la vertiente Anterepresa Tilomonte, los Cloruros presentan poca variación en el tiempo, al igual que la Vertiente Peine, ambas contendencia estable. Los registros de las lagunas presentan también un comportamiento estable en el tiempo, con medianas entre 13.000 mg/L y 21.000 mg/L, aproximadamente. En 2019, presentan un aumento de concentraciones debido al evento de precipitaciones de inicios de año. La excepción en las lagunas la marca LM-17, el cual cabe recordar quedó implementado cercano al Núcleo, y es por eso que sus concentraciones son mayores al resto de los puntos LM, con un valor de mediana de 166.331 mg/L.

Para el caso de las aguas someras (salobre), se tiene un amplio rango de concentraciones, caracterizadas por su mediana, que van desde 2.382 mg/L (MP-08A) a 24.452 mg/L (PP-02). La tendencia temporal de los registros es estable en el tiempo. Se evidencia en este parámetro lo indicado respecto a la toma de muestra en el pozo profundo MPS-AB durante 2019, cuya concentración es similar a su homólogo somero MPS-AA.

Las concentraciones de Sulfatos muestran que existen diferencias de concentración, dependiendo de la ubicación y profundidad de las muestras. Las concentraciones menores se registran en el punto de monitoreo de Tilomonte (Anterepresa Tilomonte), mientras que el punto que presenta mayor cantidad de Sulfatos es MPS-CB. En general las tendencias son

estables, sin variaciones significativas que acusen un cambio en la química de las aguas monitoreadas.

Las concentraciones medias de Sulfatos en el sector se presentan en las lagunas de Peine, con medianas que van aumentando desde 1.856 mg/L en LM-05 a 3.044 mg/L en LM-10. Esto permite suponer que, de acuerdo al sentido del flujo de estas aguas superficiales, estas se van enriqueciendo en sulfatos. Este aumento de sulfatos podría estar relacionado con procesos de evaporación de aguas y/o con aportes de materia orgánica producto de las colonias de flamencos que habitan el sector. Los puntos de monitoreo que representan aguas más profundas tienen concentraciones medias de 15.000 mg/L, en el caso del MPS-CB.

De la gráfica de los Bicarbonatos se observa que las aguas superficiales y salobres (someras) se encuentran en un rango de variación muy similar, con medianas que van entre los 170 mg/L y 400 mg/L, aproximadamente, a diferencia de las aguas profundas (salmuera), que están en torno a los 550 mg/L. La tendencia general de este parámetro es estable en el tiempo y los pozos profundos (MPS-AB y MPS-CB) presentan la mayor dispersión. Se evidencia nuevamente la situación de toma de muestra en 2019 para el pozo MPS-AB, cuyos registros son similares a MPS-AA.

En el caso del Nitrato, se observa en su gráfica una gran dispersión de valores en todos los tipos de aguas. Pero, si se analiza por tipo considerando la mediana, se tiene que las aguas superficiales presentan menor concentración de nitratos, con mediana de 0,9 mg/L (a excepción de Vertiente Peine), luego la concentración intermedia la tienen las aguas salobres, con medianas en torno a 2 mg/L, y las mayores concentraciones se presentan en la salmuera, con medianas superiores a 6,5 mg/L.

De la misma manera que para los aniones analizados, los cationes que se analizan corresponden a Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}), Sodio (Na^+) y Potasio (K^+) y para ellos se presenta la Figura 5-160, Figura 5-161, Figura 5-162 y la Figura 5-163, con su gráfica de evolución temporal y tabla de estadígrafos, respectivamente.

En cuanto a la evolución temporal, se observa que para los 4 cationes analizados, en general los valores medidos en el 2019, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se mantienen dentro de la variación natural. Sin embargo se observa que estos parámetros presentan aumentos durante el primer trimestre para las aguas superficiales (lagunas) ya que responden al amento de precipitaciones que tuvo lugar en dicho periodo. Luego de ello, las concnetraciones vuelven a sus tendencias estacionales habituales. Por otra parte, el pozo profundo MPS-AB presenta concentraciones similares a las aguas someras debido a un cambio en el método de monitoreo, como se ha comentado.

Las concentraciones de Calcio muestran que el pozo somero MPS-AA presenta un alto contenido de éste elemento, con mediana de 1.356 mg/L. En el resto de los pozos someros, los valores son menores, con un rango de medianas entre 271 mg/L (PP-03) y 457 mg/L (PP-02). En las aguas superficiales destaca el punto de monitoreo LM-17, con una mediana de 1.141 mg/L. Dentro de los pozos profundos, el punto MPS-AB presenta un valor máximo de 1.538 mg/L y un comportamiento similar a las lagunas.

El Magnesio, Sodio y Potasio disueltos, muestran en los 3 casos, que las aguas profundas (salmueras) son las que tienen mayores concentraciones de estos elementos. Se observan concentraciones diferenciadas entre las aguas profundas (salmueras), las aguas someras (salobres) y aguas superficiales.

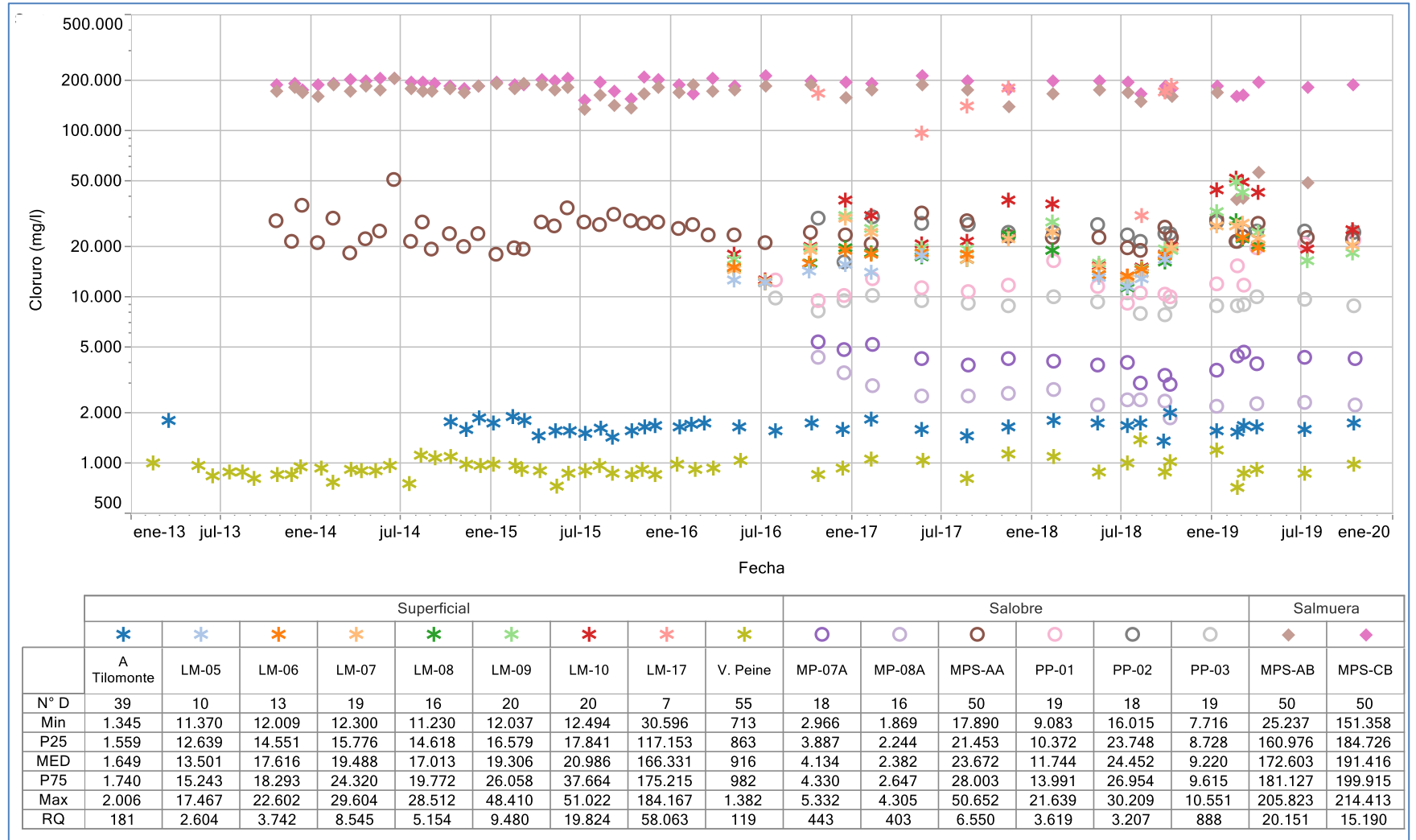
Las concentraciones de Magnesio para las aguas superficiales muestran un valor de medianas promedio de 762 mg/L, destacando Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine por presentar medianas más bajas que las lagunas. LM-17 destaca por presentar poco, pero elevados registros, con mediana de 2.000 mg/L. En cambio, para las aguas profundas este valor promedio asciende a 8.000 mg/L, aproximadamente.

En el caso del Sodio, las concentraciones de la salmuera presentan un rango de mediana entre 80.000 mg/L y 90.000 mg/L. Se tiene para LM-17 una mediana en el mismo rango, lo que se explica por su ubicación, más cercana al Núcleo. Para las aguas superficiales, el promedio de las medianas, sin considerar a LM-17, es de 9.186 mg/L. En cambio, las aguas salobres tienen mediana promedio en torno a 6.400 mg/L.

Para el Potasio se tiene una situación similar, donde los mayores valores de concentración se dan en los pozos de salmuera, con medianas entre 13.000 mg/L y 20.000 mg/L. Las lagunas presentan medianas entre 990 mg/L (LM-05) y 1.626 mg/L (LM-10), sin considerar LM-17, con mediana de 3.455 mg/L. Las aguas salobres muestran un comportamiento disímil ya que los pozos MP-07A y MP-08A tienen medianas bajas, en torno a los 200 mg/L, pero el resto de pozos tiene mediana mayor, muy similar a la de las lagunas.

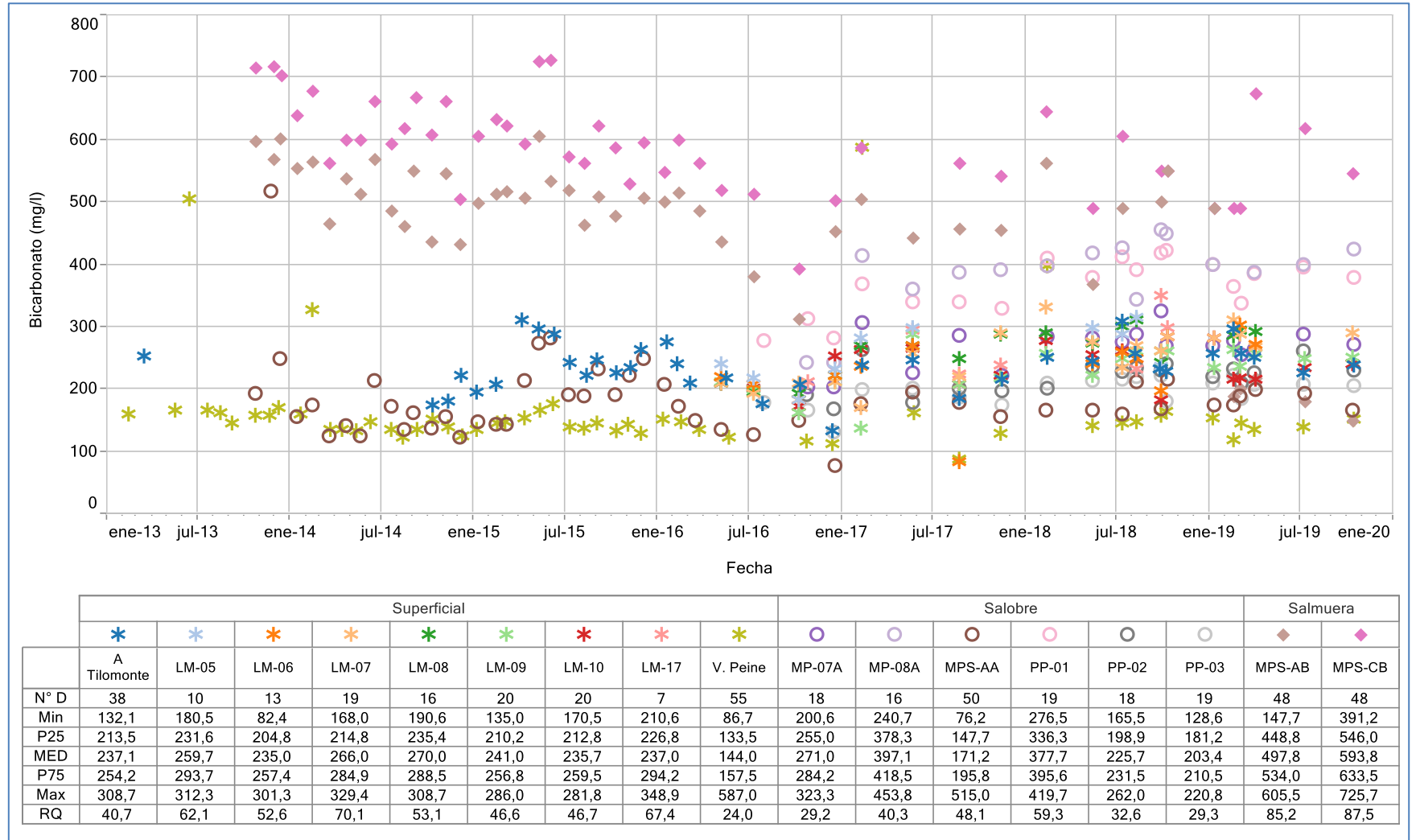
Para todos los elementos mencionados se observa que LM-17, al estar cercano al Núcleo, presenta concentraciones de Calcio, Sodio y Potasio, cercanas al rango de los pozos profundos, es decir, altas concentraciones, más que las lagunas y las aguas someras.

Figura 5-156 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



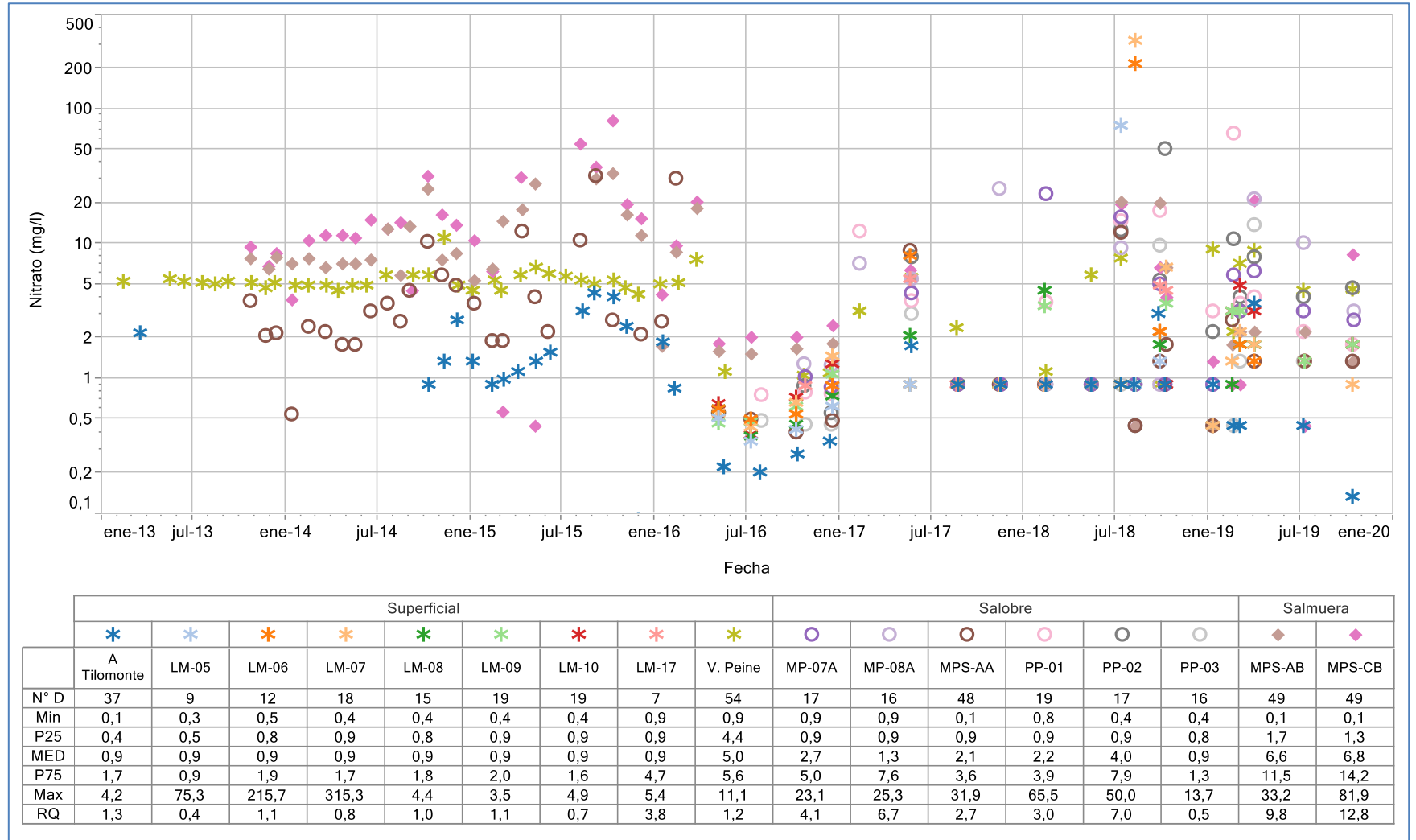
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-157 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



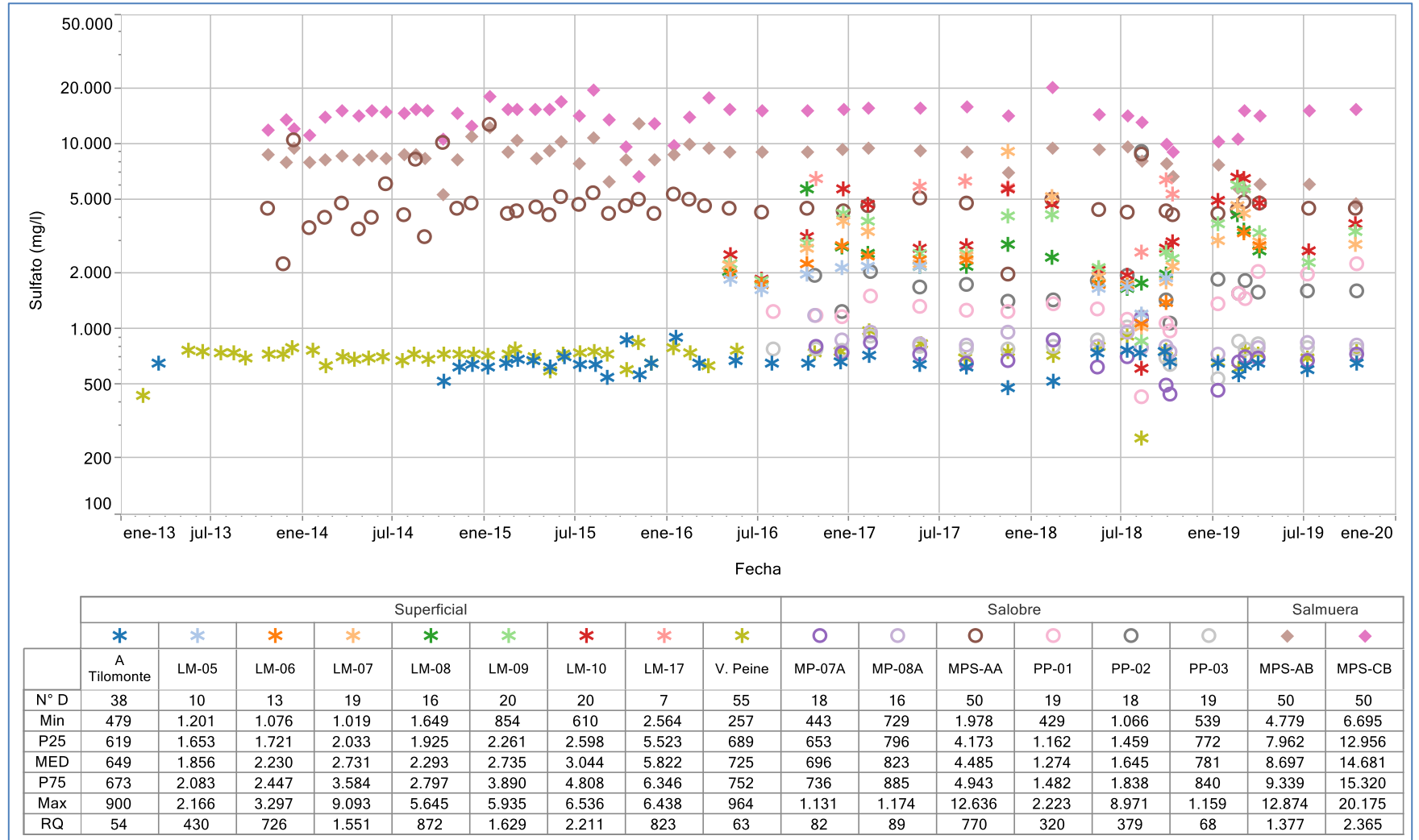
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-158 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



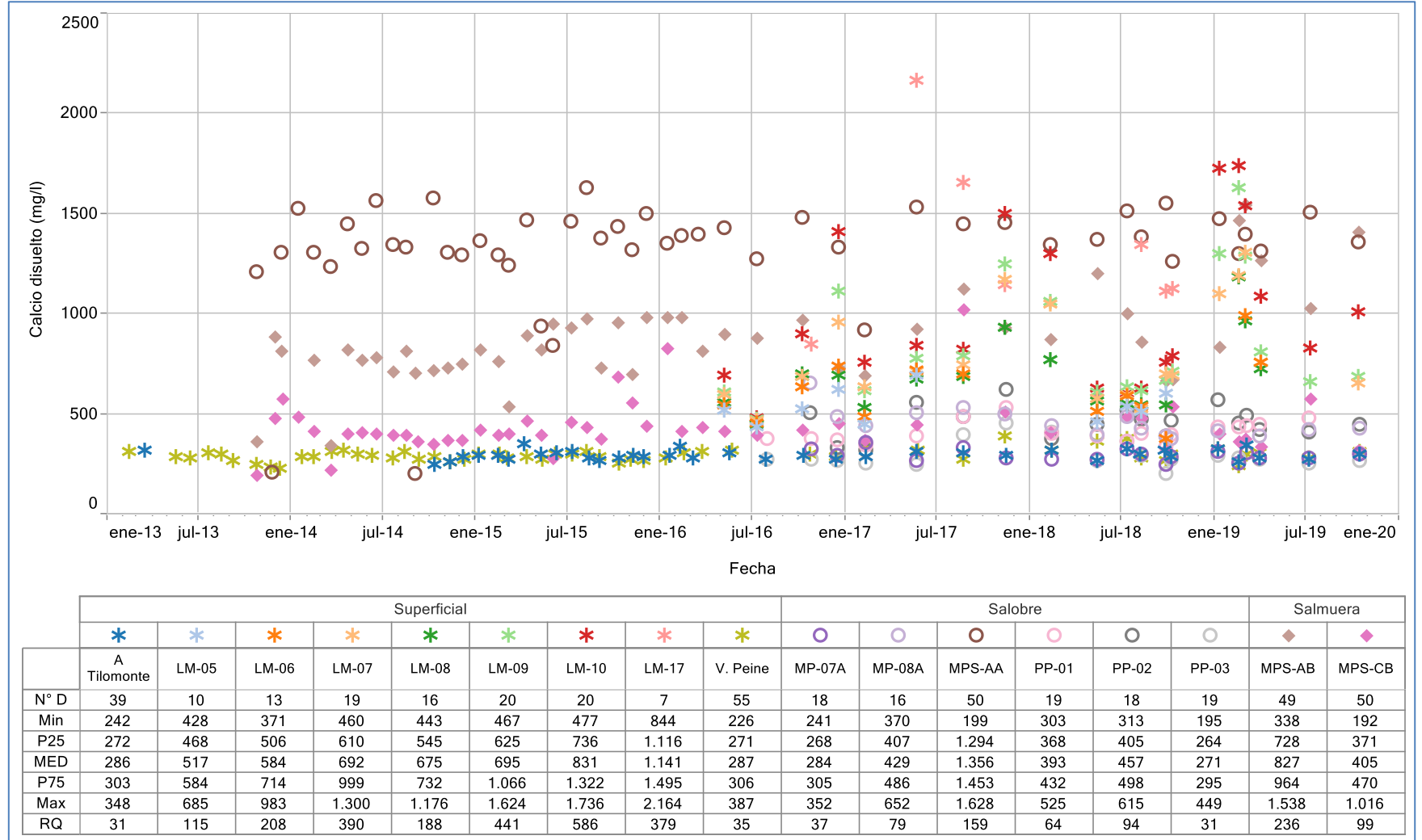
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-159 Variación Temporal: SO₄ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



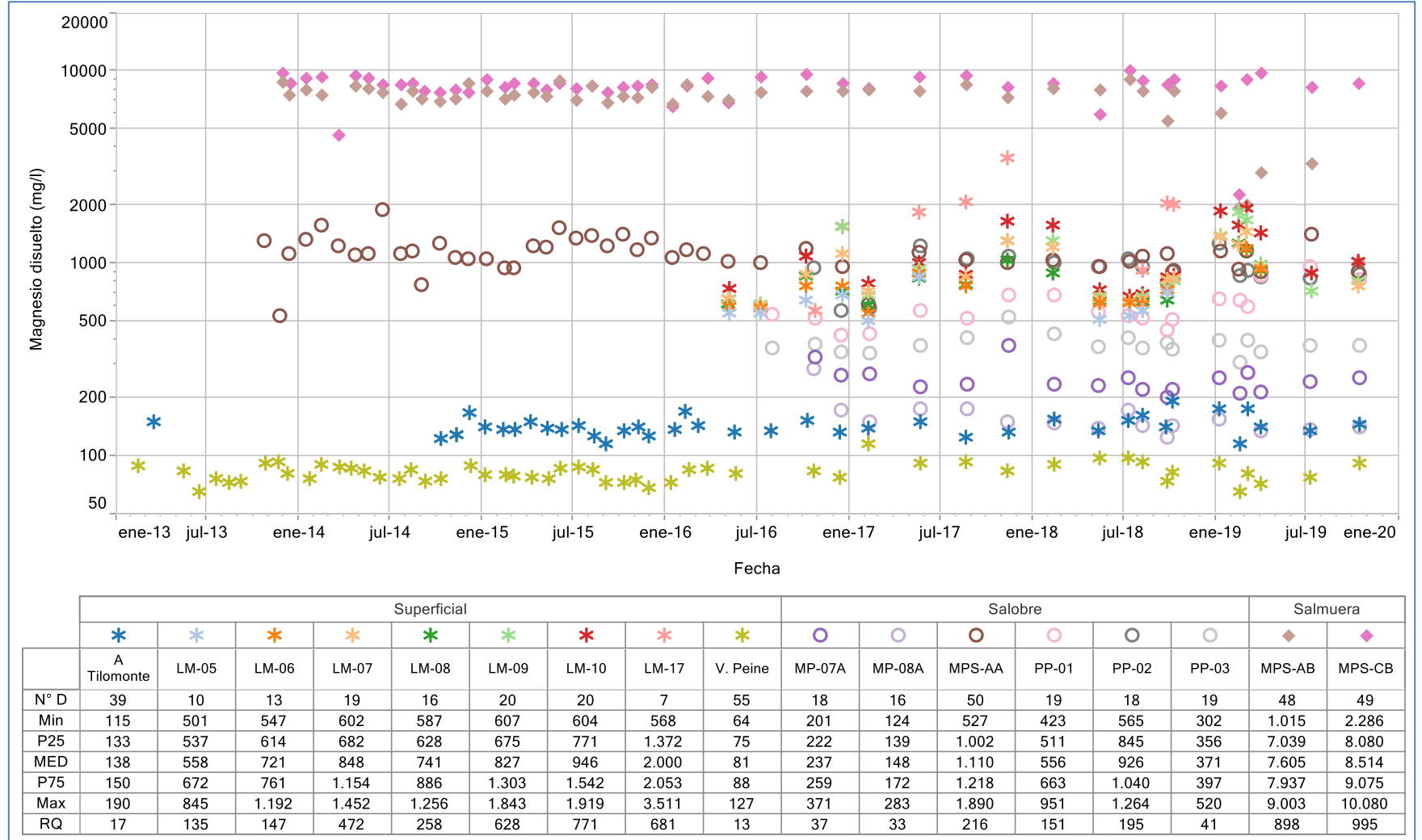
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-160 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



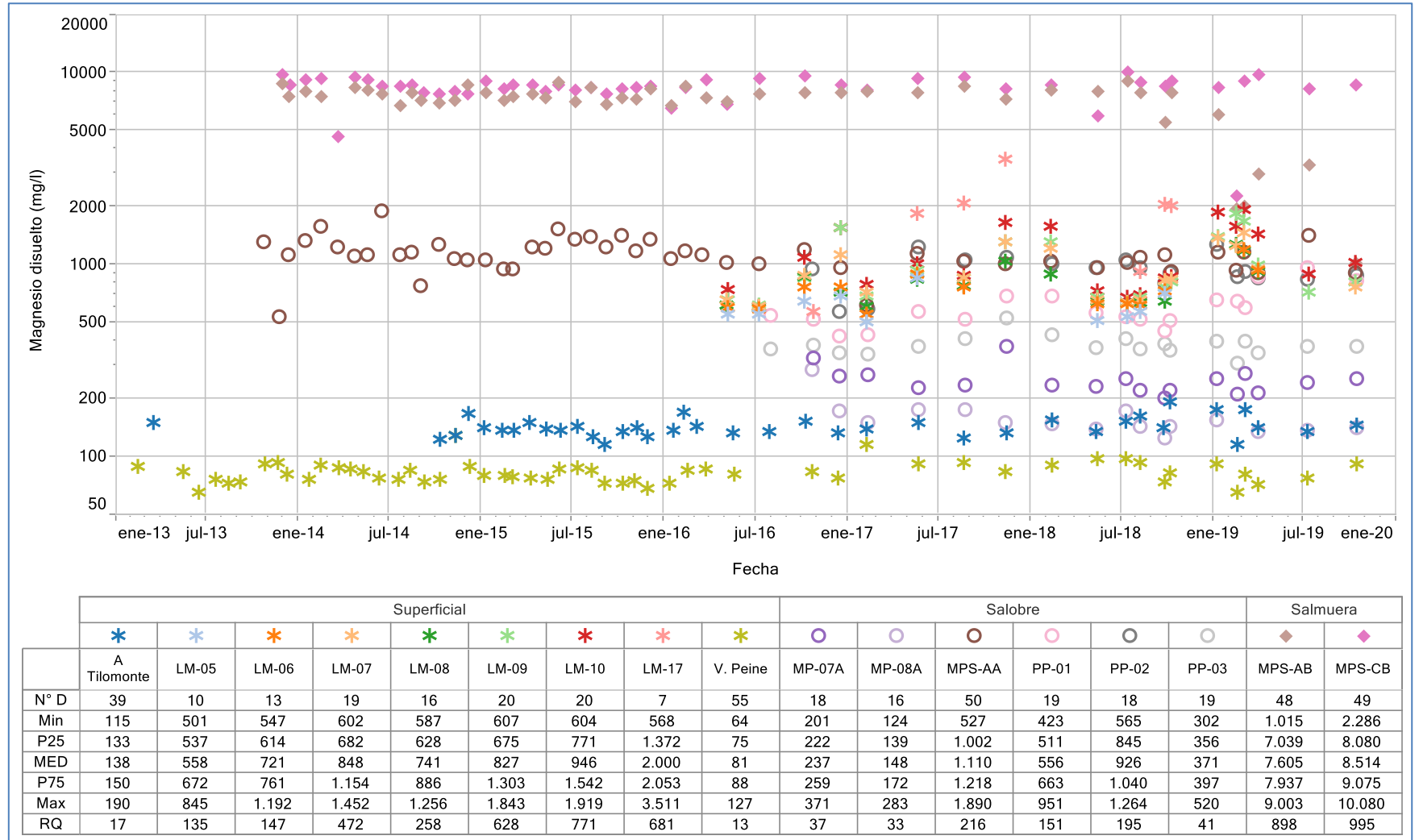
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-161 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



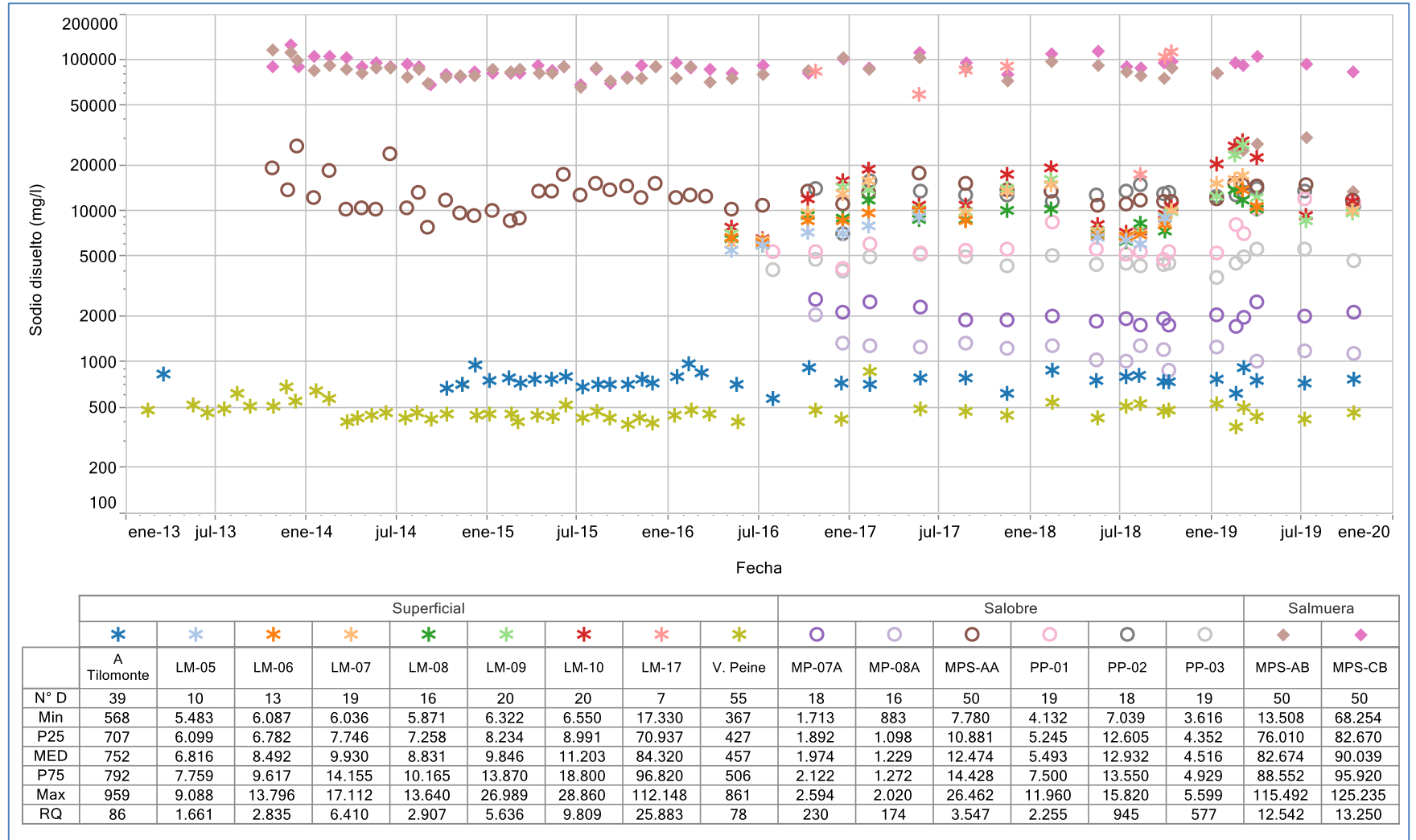
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-162 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-163 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine

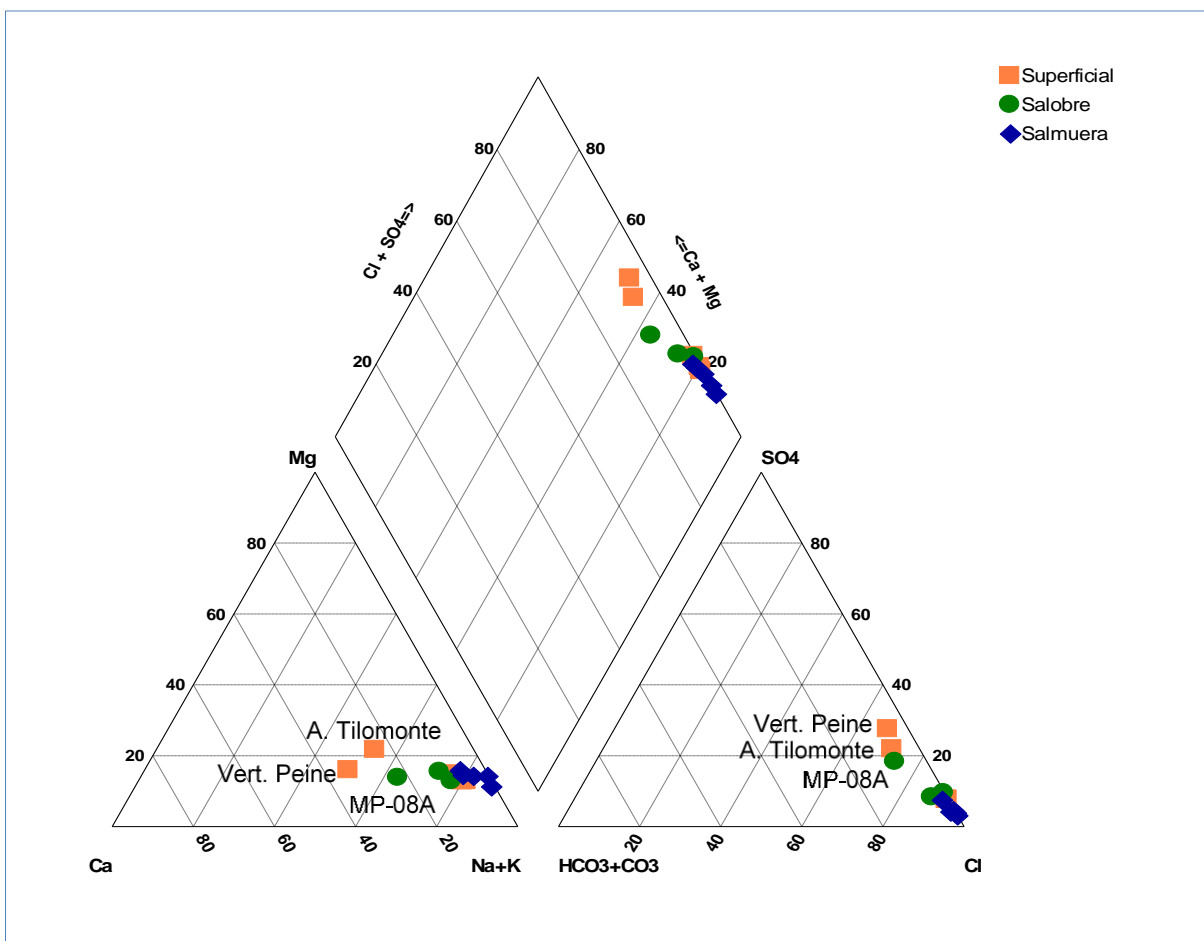


Fuente: Elaboración propia.

Desde la Figura 5-164 a la Figura 5-169, se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre de 2019, respectivamente. Se puede observar que, para este sector, todas las muestras y todas las aguas son del tipo cloruradas sódicas, misma clasificación otorgada históricamente, y la variación de los contenidos porcentuales de los elementos mayoritarios entre una campaña y otra no ha sido significativa.

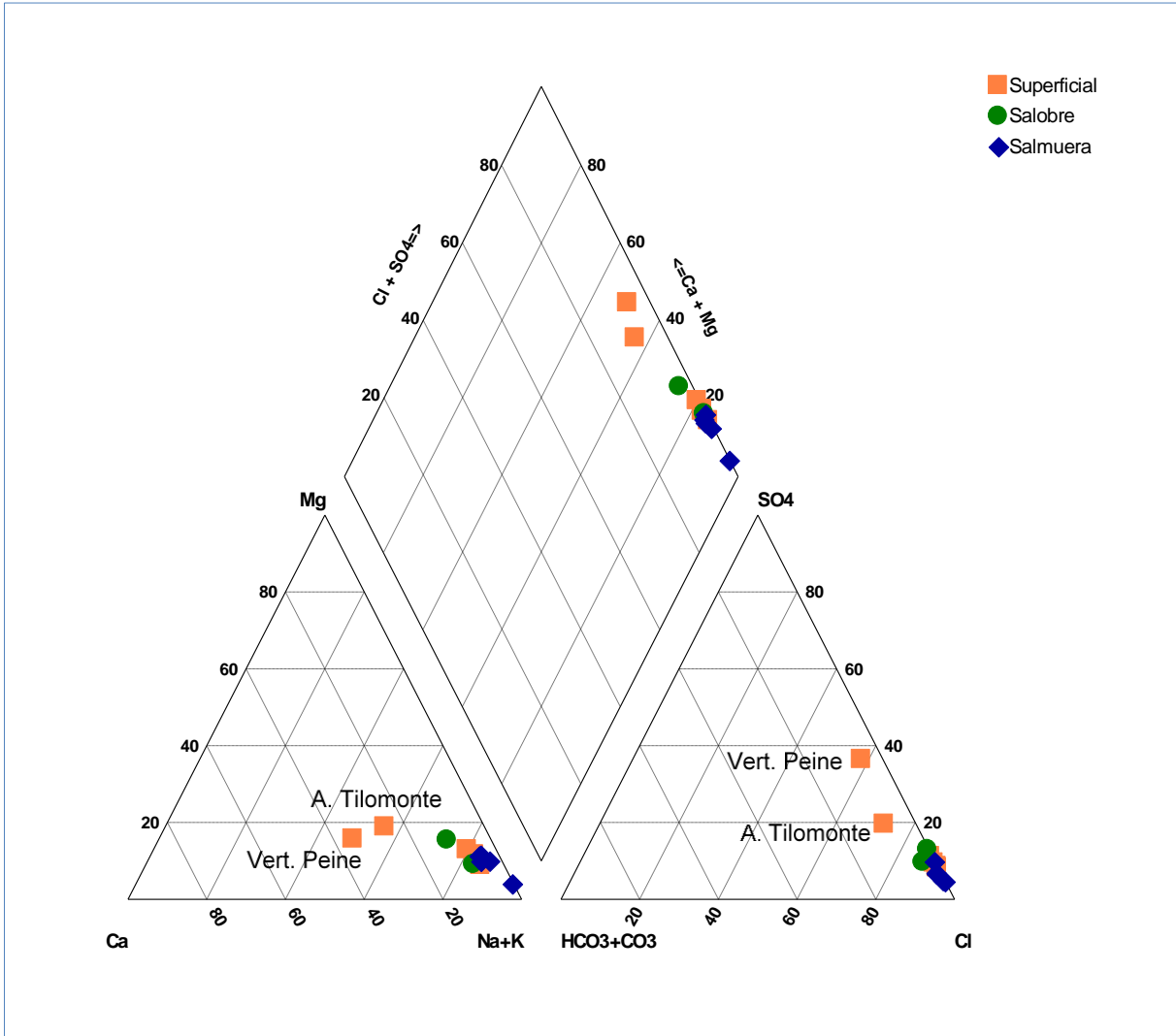
Dentro de esta composición clorurada sódica, las muestras con menores porcentajes de Cloruros y Sodio son la muestra superficial A. Tilomonte, Vertiente Peine y el pozo somero MP-08A, con aguas con una mayor proporción de Calcio y Magnesio, coherente con la menor salinidad de estas dos muestras.

Figura 5-164 Diagrama de Piper, Campaña Enero 2019 Sector Peine



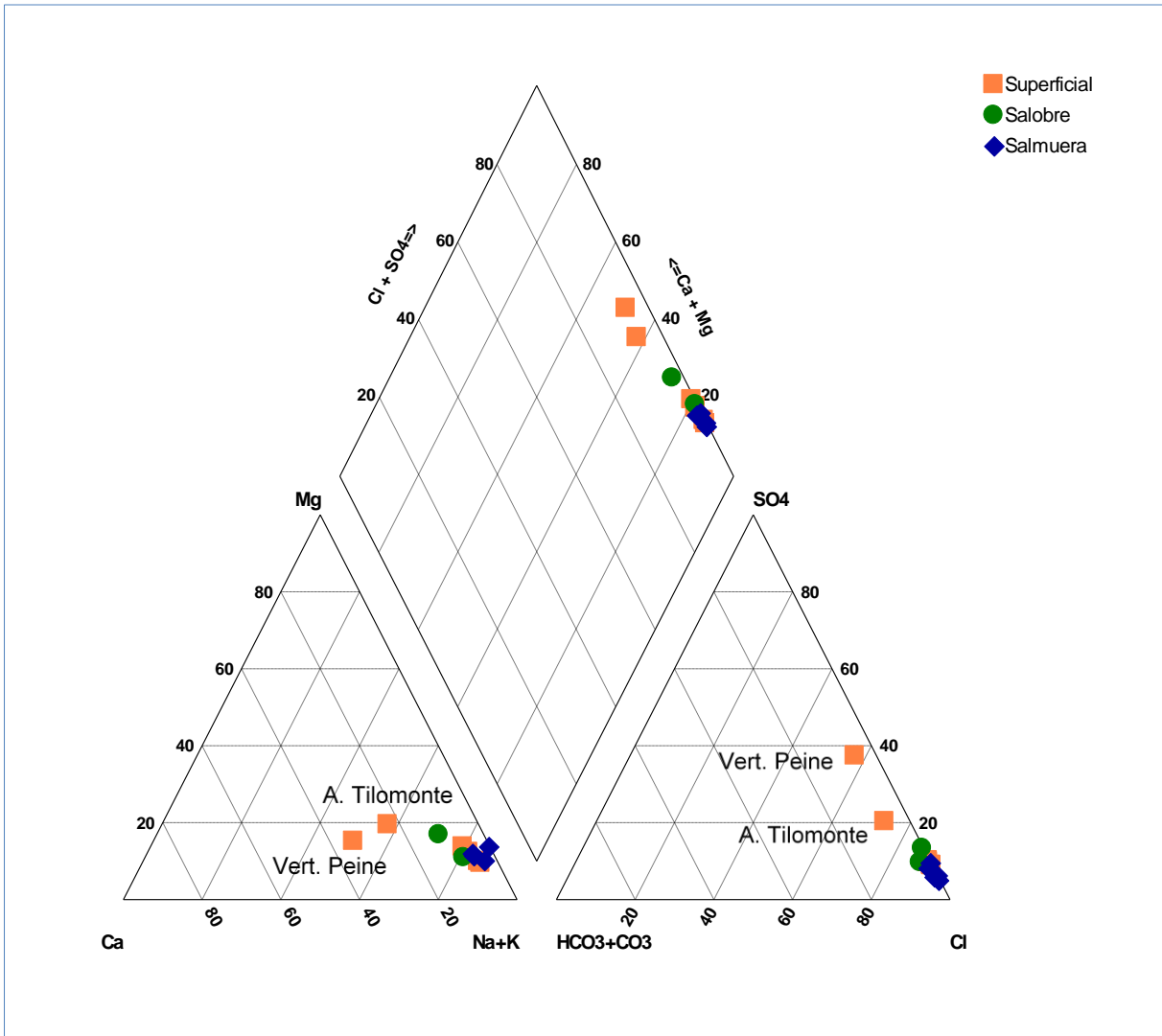
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-165 Diagrama de Piper, Campaña Febrero 2019, Sector Peine



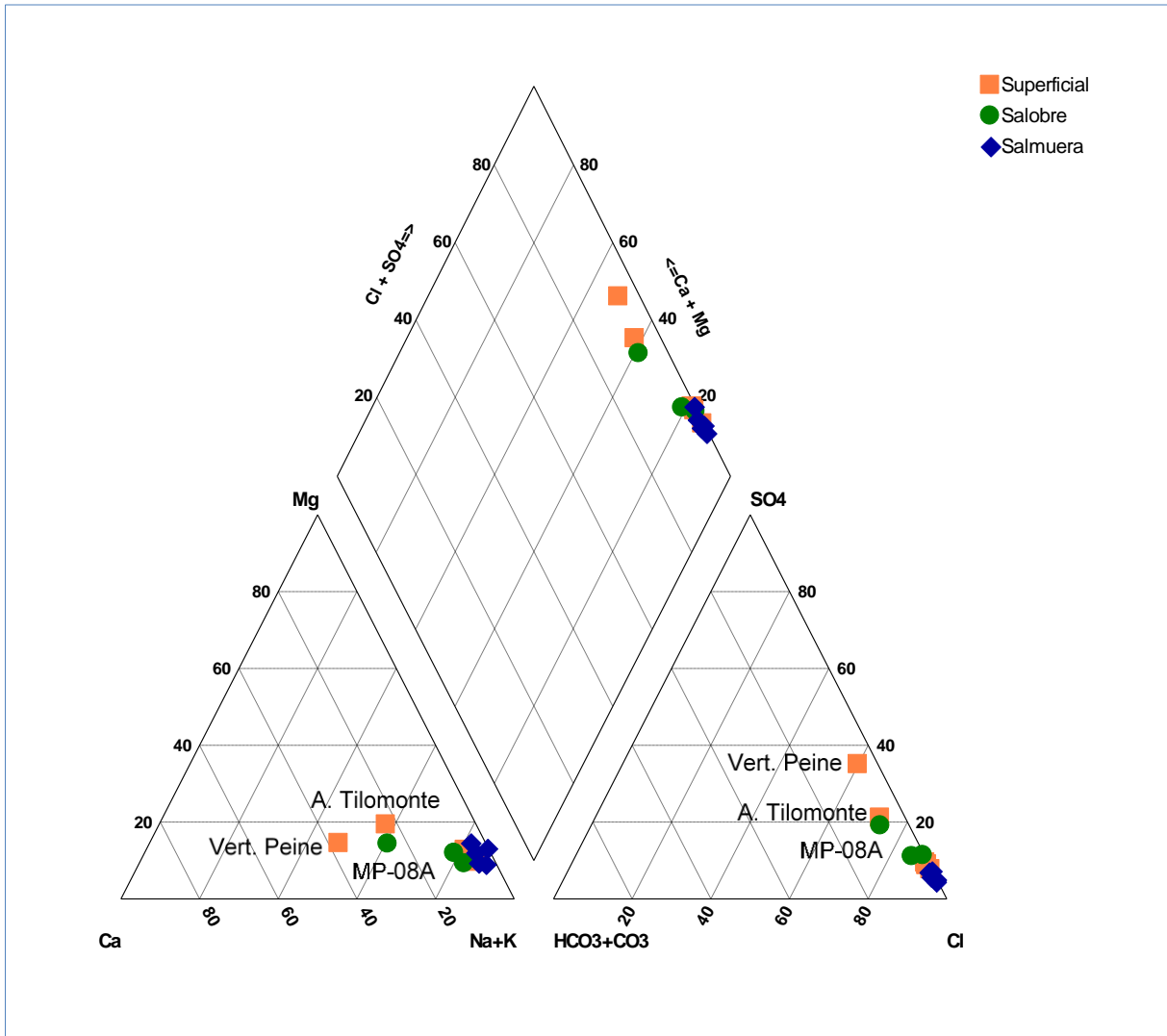
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-166 Diagrama de Piper, Marzo 2019, Sector Peine



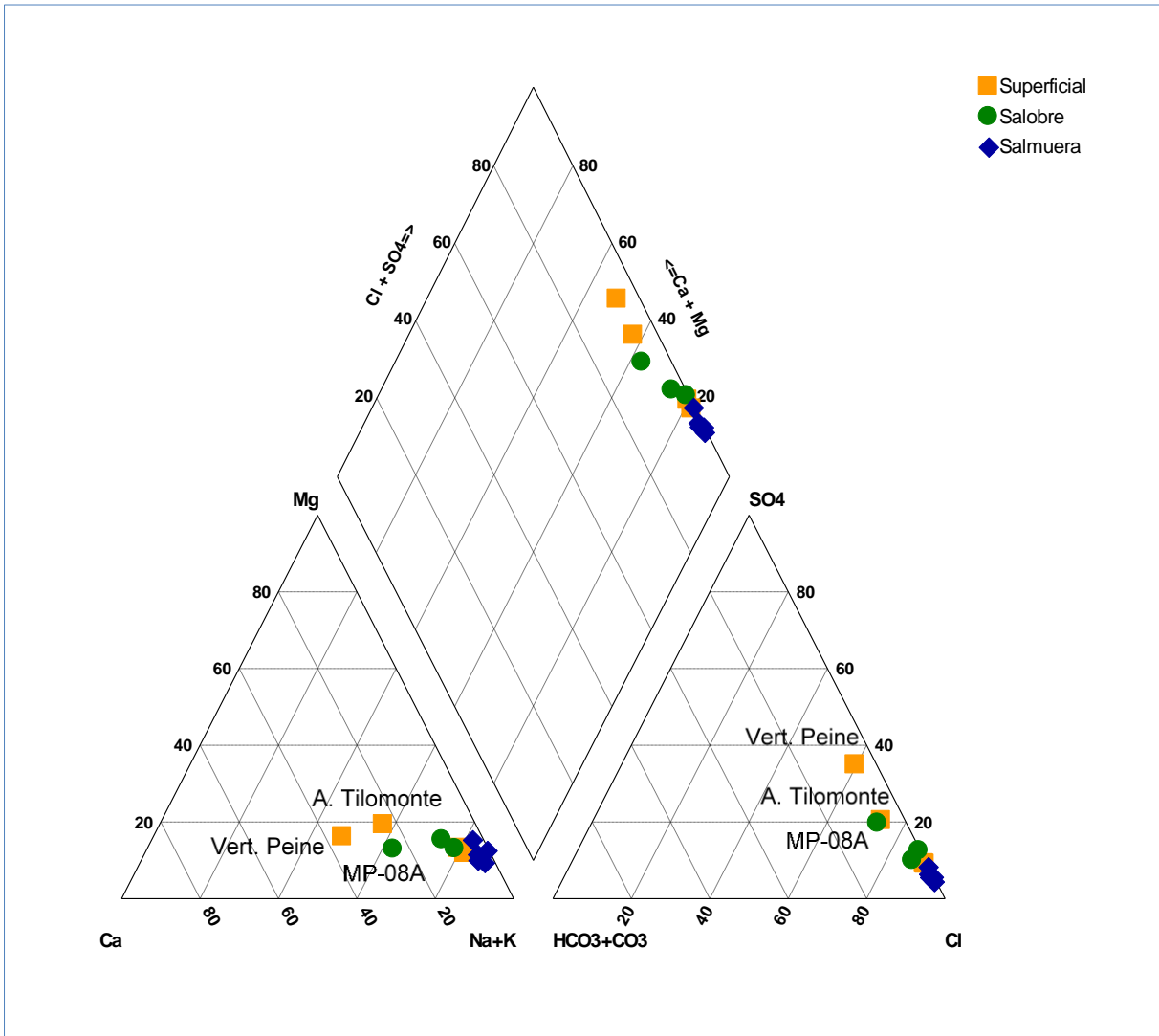
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-167 Diagrama de Piper, Abril 2019, Sector Peine



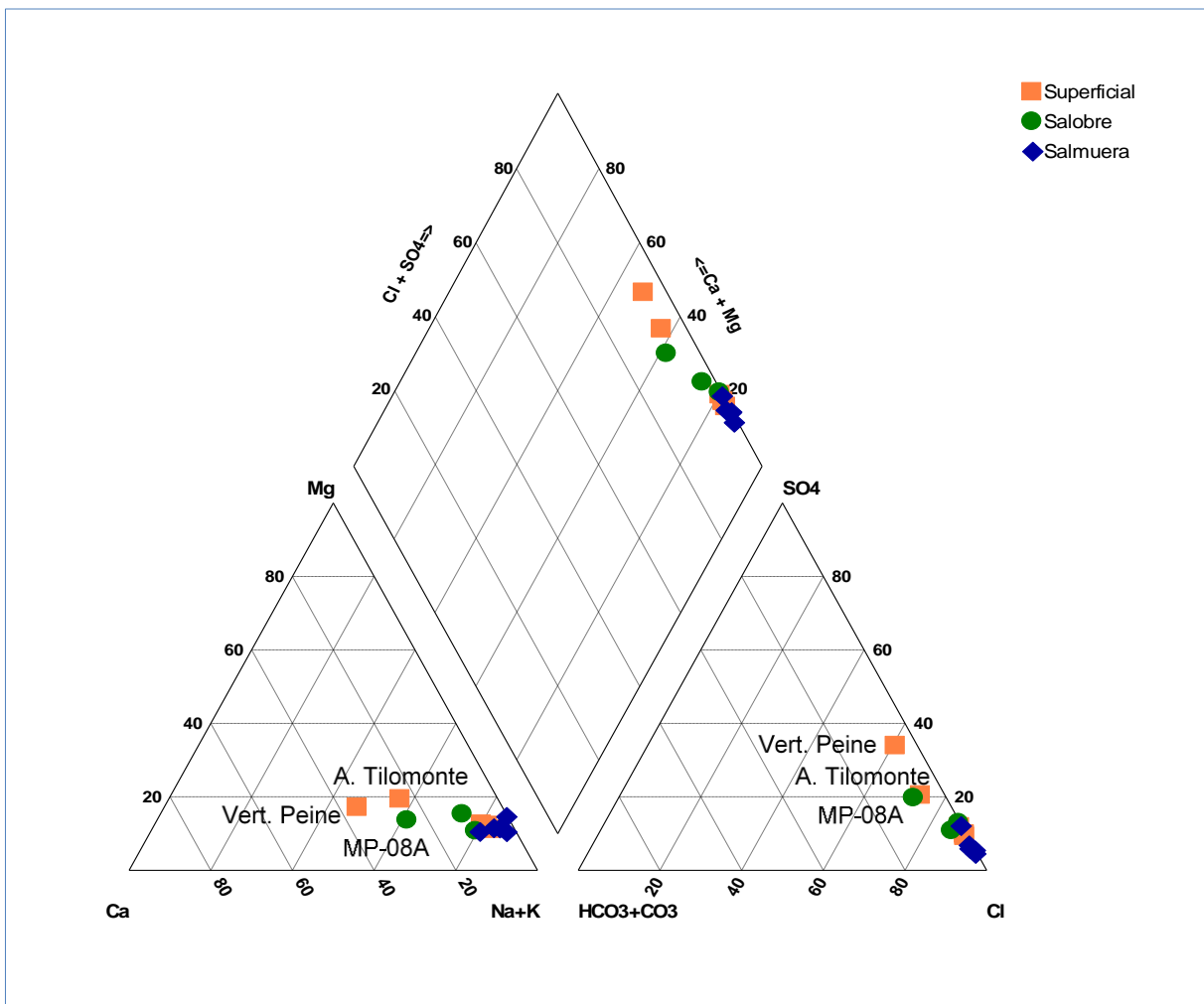
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-168 Diagrama de Piper, Julio 2019, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-169 Diagrama de Piper, Octubre 2019, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K), y en la Figura 5-170, Figura 5-171, Figura 5-172 y Figura 5-173 se presentan la evolución temporal en el período 2013-2019 y los estadígrafos de la serie.

En términos generales, se aprecia que el comportamiento de ellos en el período con información muestra tendencias estables que no presentan variaciones significativas en el tiempo, salvo la respuesta a eventos de precipitaciones en los puntos de monitoreo de aguas superficiales (lagunas). Se observa para los cuatro parámetros analizados un importante aumento en sus concentraciones en el primer semestre de 2019 en los puntos de monitoreo de lagunas, todo ello debido a las precipitaciones de febrero.

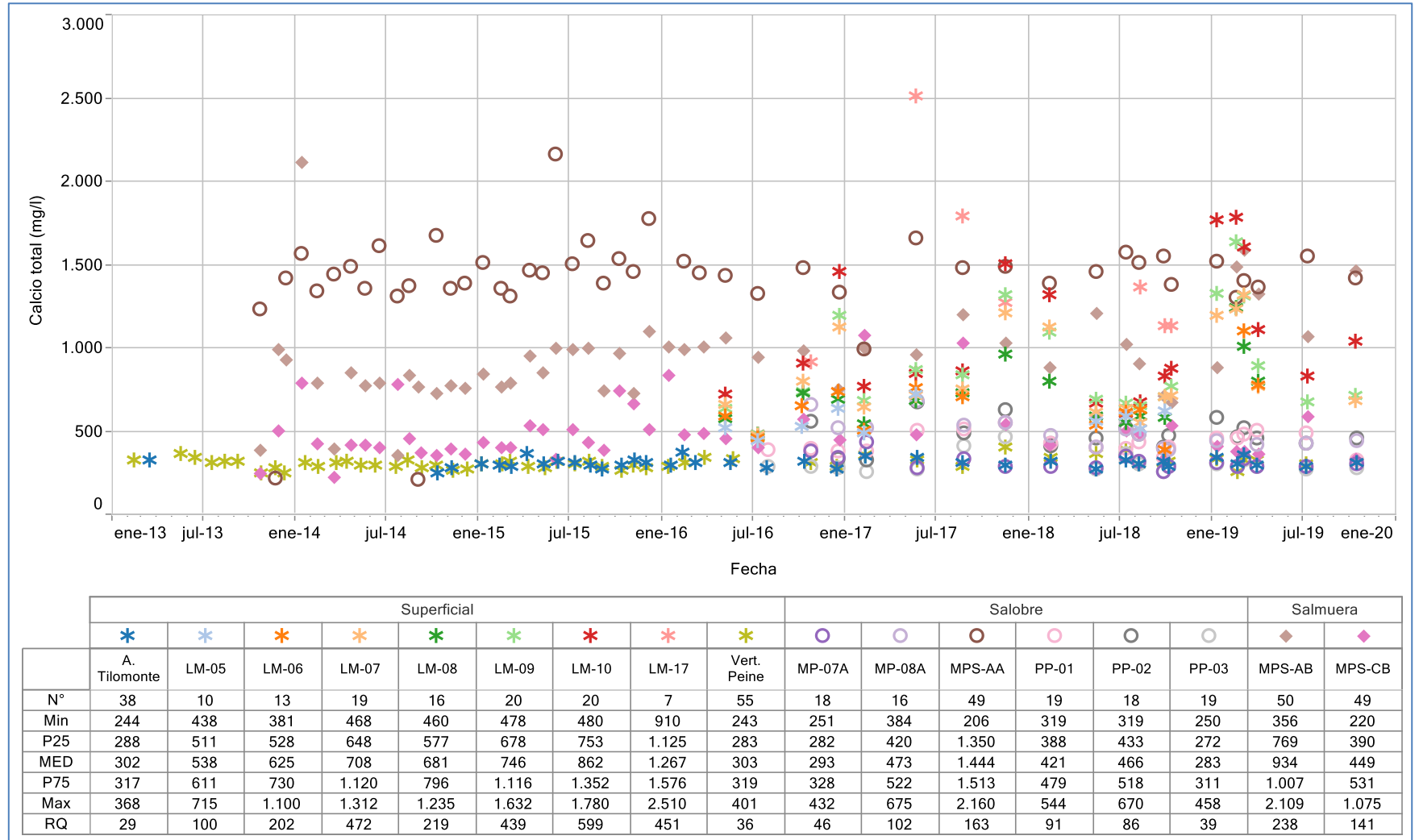
En el caso particular del Calcio, las aguas someras, representado por MPS-AA para los registros históricos, presenta concentraciones de mediana 1.444 mg/L, con un valor máximo de concentración de 2.160 mg/L. Los puntos someros, MP-07A y PP-03, presentan valores menores, con medianas de 293 mg/L y 283 mg/L, respectivamente, y el resto de pozos someros presentan medianas en torno a 450 mg/L. Luego le siguen las aguas profundas (salmuera), con una mediana de 934 mg/L en el punto MPS-AB, sin embargo este punto tiene un alza en la concentración de Calcio en 2019 debido al cambio de método de monitoreo y su concentración se asimila a la de aguas someras o superficiales. Las lagunas, presentan concentraciones de medianas promedio cercanas a 700 mg/L, y Anterepresa Tilomonte, junto con Vertiente Peine, presentan medianas similares en torno a 300 mg/L, menor a las lagunas.

Para el Magnesio, se presentan concentraciones en dos rangos claramente diferenciado. Uno para los pozos profundos (salmuera) y otra para los someros y aguas superficiales. Las aguas profundas registran valores, en general, entre los 7.139 mg/L (P25 de MPS-AB) y los 9.631 mg/L (P75 de MPS-CB). Las aguas superficiales presentan concentraciones mínimas, representadas por la Vertiente Peine, con mediana que van desde 84 mg/L, y concentraciones máximas, con mediana de 972 mg/L, para LM-10. Las aguas someras (salobres) son representadas por MPS-AA, dada su mayor data, con mediana de 1.163 mg/L. El resto de los puntos de aguas someras, ubicadas al borde del salar, presentan medianas entre 150 mg/L y 950 mg/L.

Las concentraciones de Sodio total son, en general, muy estables. Para las aguas profundas (salobres) se encuentran por sobre una concentración de 60.000 mg/L, sin considerar la situación particular de MPS-AB en 2019, la cual ya ha sido mencionada. El punto LM-17, presenta concentraciones similares a los contenidos de las aguas salobres, con mediana de 94,641 mg/L para 7 registros. Las aguas someras y superficiales, varían desde 676 mg/L (A. Tilomonte) hasta los 32.020 mg/L (LM-10).

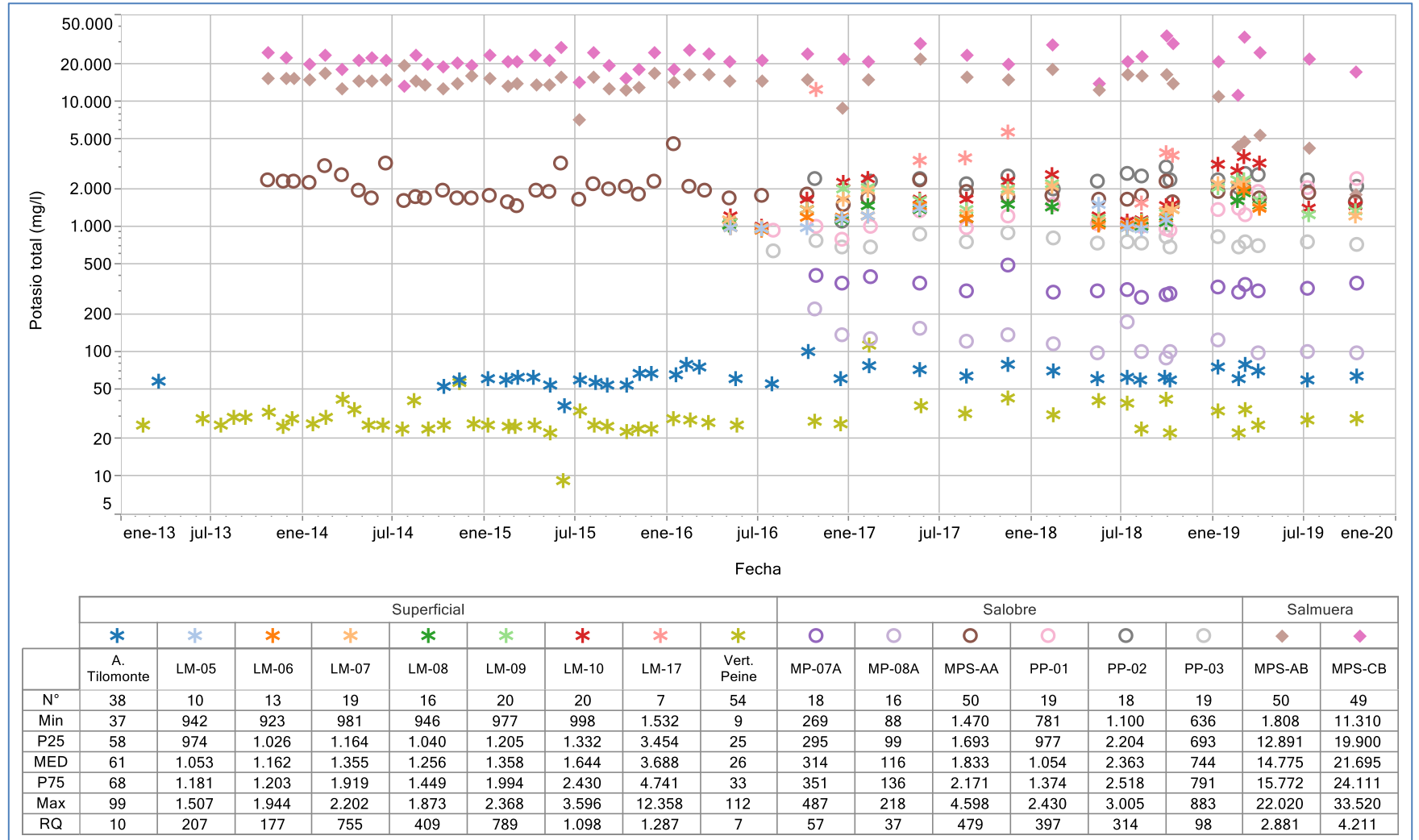
Las concentraciones de Potasio total se encuentran sobre los 7.000 mg/L para las aguas profundas, salvo en 2019 para MPS-AB, y bajo 5.000 mg/L para las aguas someras y superficiales, con tendencias estables durante todo el período de monitoreo, con la excepción del alza de inicios de 2019 en las lagunas debido a las precipitaciones. La mediana de menor concentración es de 26 mg/L para la Vertiente Peine, mientras que el más alto es de 33.520 mg/L para el MPS-CB.

Figura 5-170 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



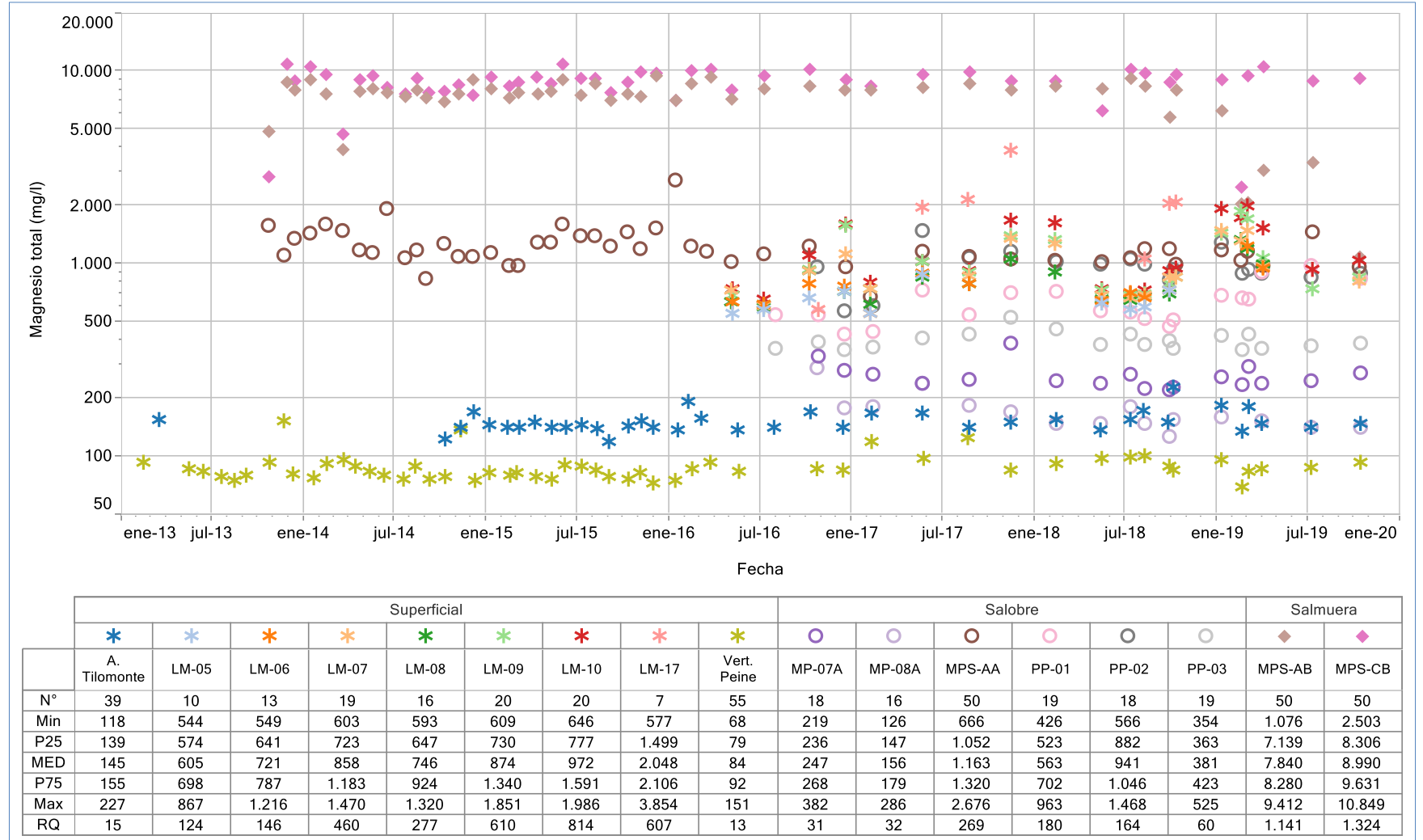
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-171 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



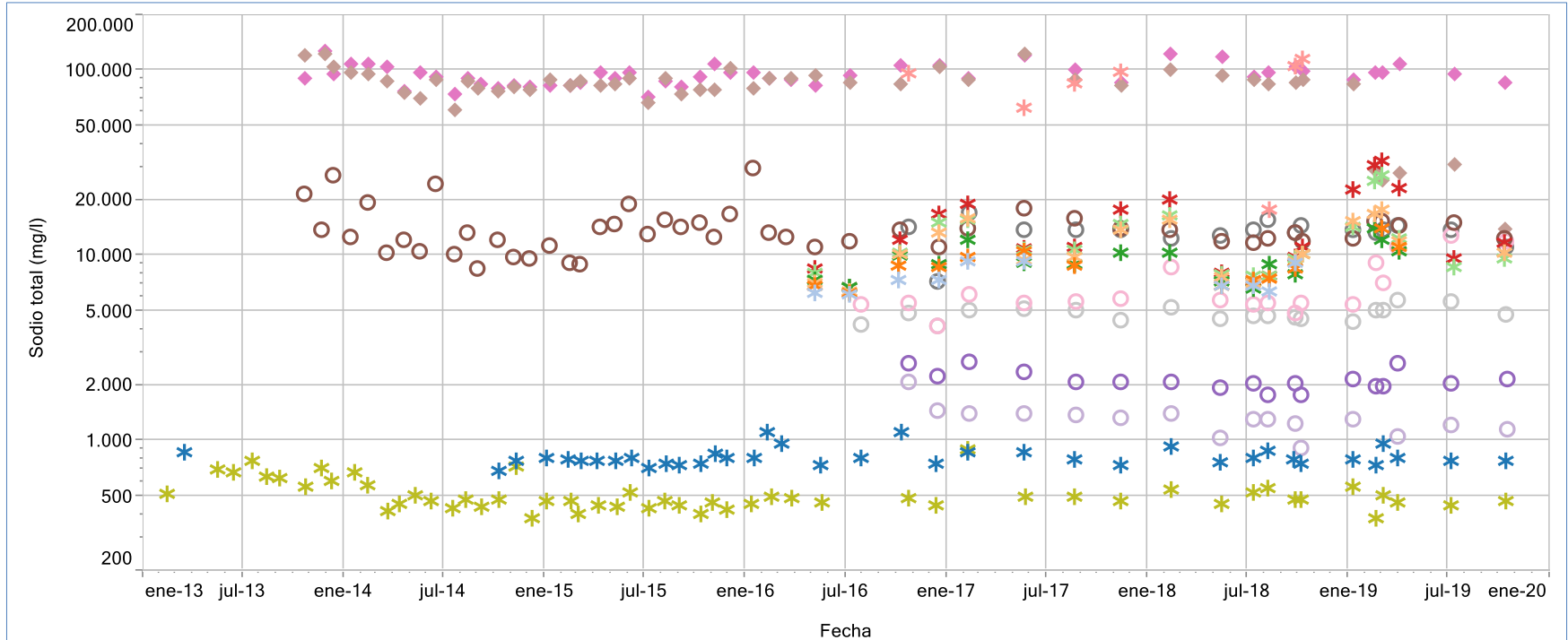
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-172 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-173 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



	Superficial									Salobre						Salmuera	
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	o	o	o	o	o	o	o	o
	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N°	38	10	13	19	16	20	20	7	55	18	16	50	19	18	19	50	50
Min	676	6.103	6.191	6.351	6.539	6.626	6.637	17.450	375	1.737	897	8.490	4.132	7.148	4.117	13.956	71.141
P25	752	6.399	7.263	8.356	7.665	8.421	9.268	73.330	448	1.964	1.179	11.744	5.414	13.210	4.519	78.813	85.486
MED	783	7.062	8.634	10.120	8.956	10.440	11.310	94.641	475	2.062	1.296	13.144	5.630	13.617	4.753	85.636	93.275
P75	831	8.555	9.759	14.422	10.301	14.742	19.043	100.265	545	2.182	1.380	14.958	7.752	14.073	5.025	90.663	100.465
Max	1.104	9.246	13.936	17.538	13.756	27.050	32.020	113.000	893	2.646	2.046	29.108	12.660	16.830	5.710	122.998	126.120
RQ	79	2.156	2.496	6.067	2.636	6.321	9.775	26.935	97	218	200	3.214	2.338	863	506	11.849	14.979

Fuente: Elaboración propia.

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Dentro de los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear, se encuentra el Boro (B), el Litio (Li) y el Estroncio (Sr). En la Figura 5-174, Figura 5-175 y Figura 5-176 se presenta la gráfica de la variación temporal, junto con sus estadígrafos de la serie registrada de cada elemento, respectivamente.

El Boro y Litio, en general son considerados elementos minoritarios, ya que en la mayoría de las aguas se encuentran en concentraciones muy pequeñas, sin embargo, en el Salar de Atacama, y en particular en la zona del Proyecto, la hidrogeología de la cuenca y los procesos de evaporación hacen que existan tanto en el acuífero como en la salmuera, contenidos considerables de Boro y de Litio (cationes), que juntos, conforman un 5% del total del balance iónico.

Para estos dos elementos, la evolución temporal que se observa es muy similar. Altos contenidos de Boro y Litio disueltos en las aguas profundas, y en menor grado presentes en las aguas someras y superficiales.

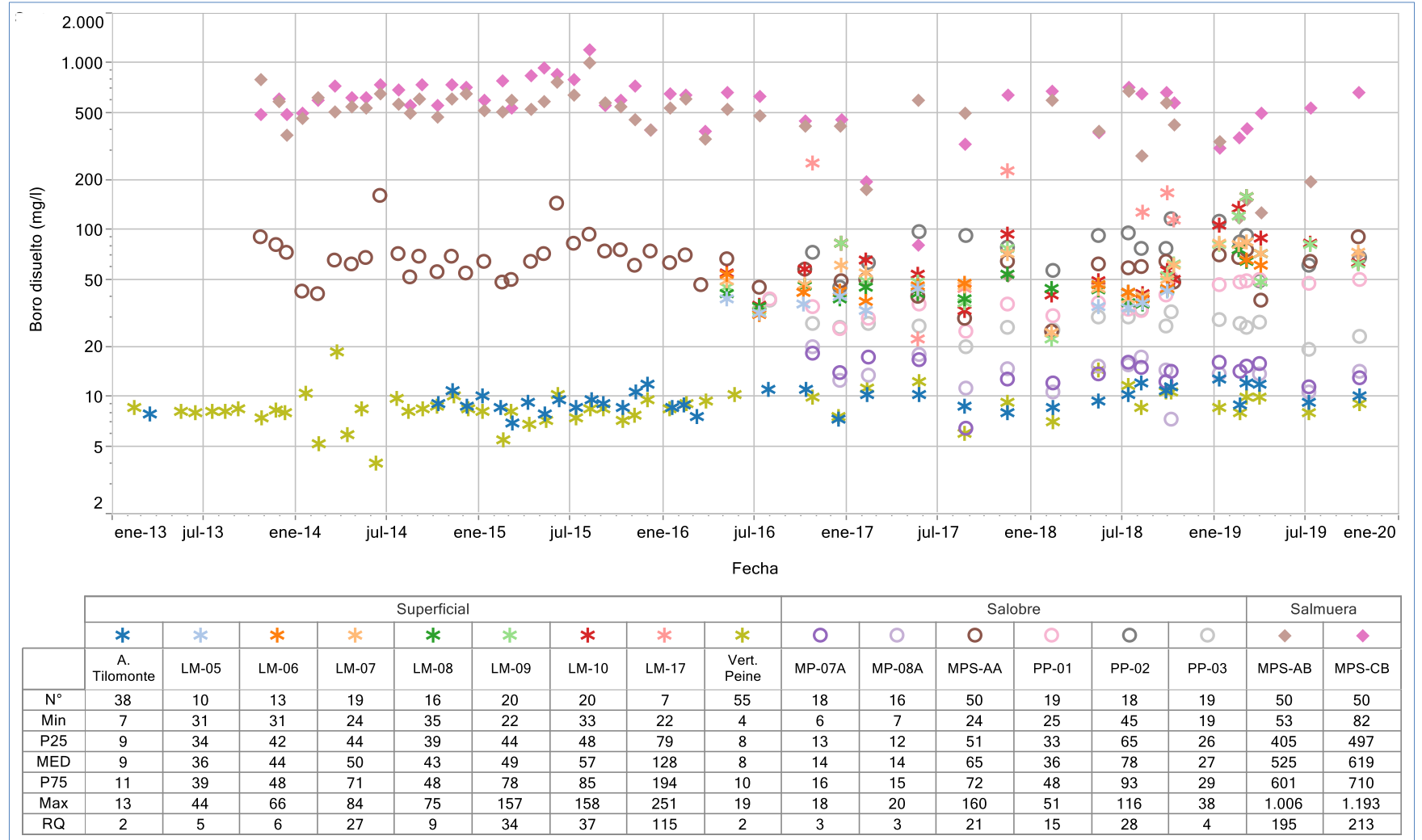
Es importante relevar que las concentraciones de Boro, Litio y Estroncio disuelto tienen un aumento importante en los primeros meses del año, particularmente en los puntos de monitoreo de lagunas (LM) debido al evento de precipitaciones de febrero, Luego de ello, las concentraciones vuelven a sus rangos históricos de variación.

El Boro disuelto en las aguas profundas (salmuera) registra medianas en torno a 575 mg/L, aproximadamente. En el caso de las aguas someras y superficiales, las medianas de estos puntos no superan los 80 mg/L. El punto de monitoreo LM-17 se comporta en forma especial, dado que está inserto en el Núcleo, con mediana de concentración de 128 mg/L para todas las campañas realizadas.

Las concentraciones de Litio disuelto, en el caso de las aguas profundas, presentan valores de mediana entre 1.070 mg/L y 1.500 mg/L, aproximadamente, registrando valores máximos de hasta 2.943 mg/L. En el caso de las aguas someras y superficiales, éstas se presentan en este sector bajo los 300 mg/L.

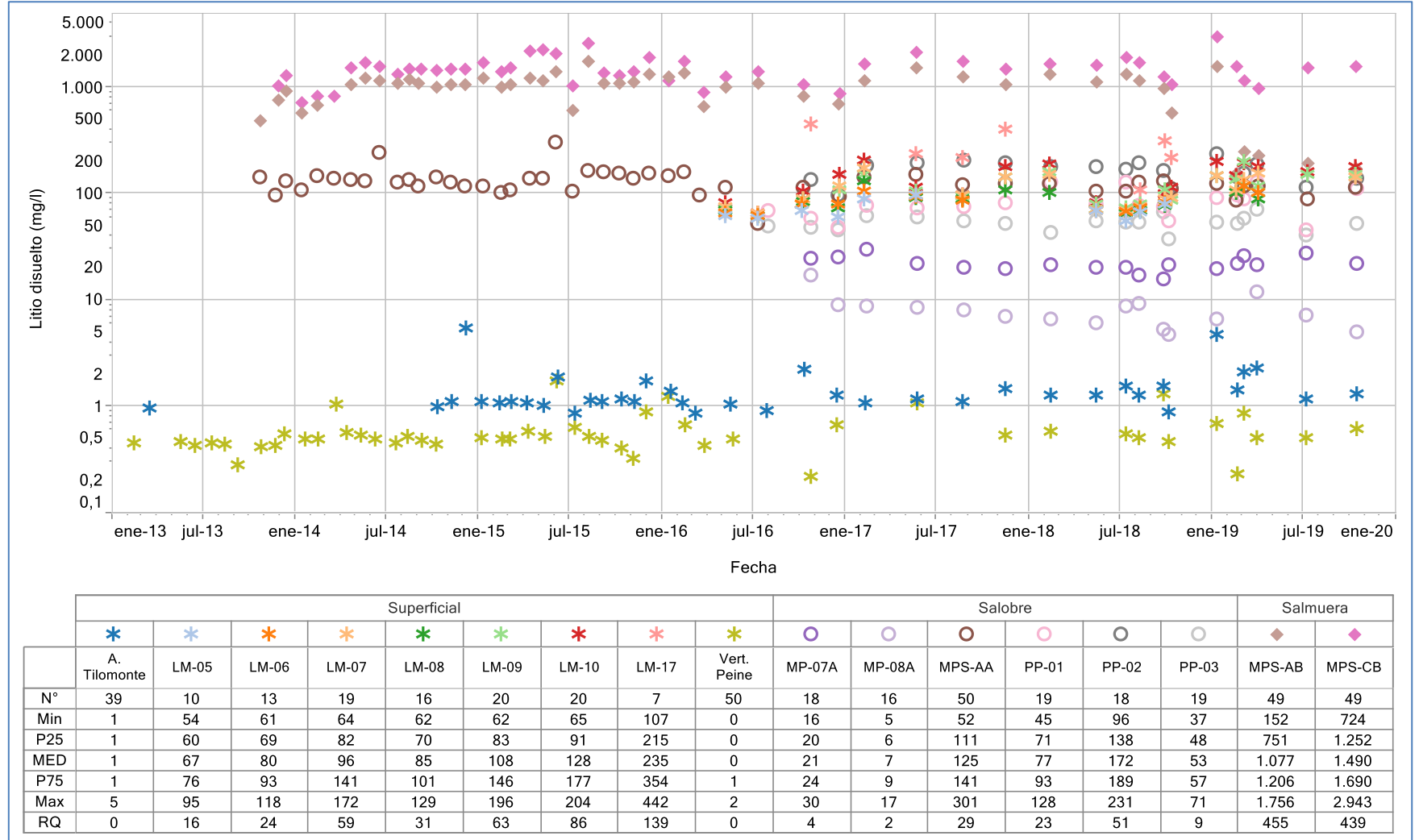
El Estroncio disuelto presenta un comportamiento totalmente distinto a los otros parámetros, con concentraciones mayores en aguas superficiales y someras (salobres) que en aguas profundas (salmuera). Los menores registros los presentan los puntos de monitoreo Antrepresa Tilomonte y Vertiente Peine. Sin embargo, el punto LM-17 presenta concentraciones más elevadas respecto al resto de lagunas, lo que se debería a la ubicación de este punto de monitoreo, que es cercano al Núcleo.

Figura 5-174 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



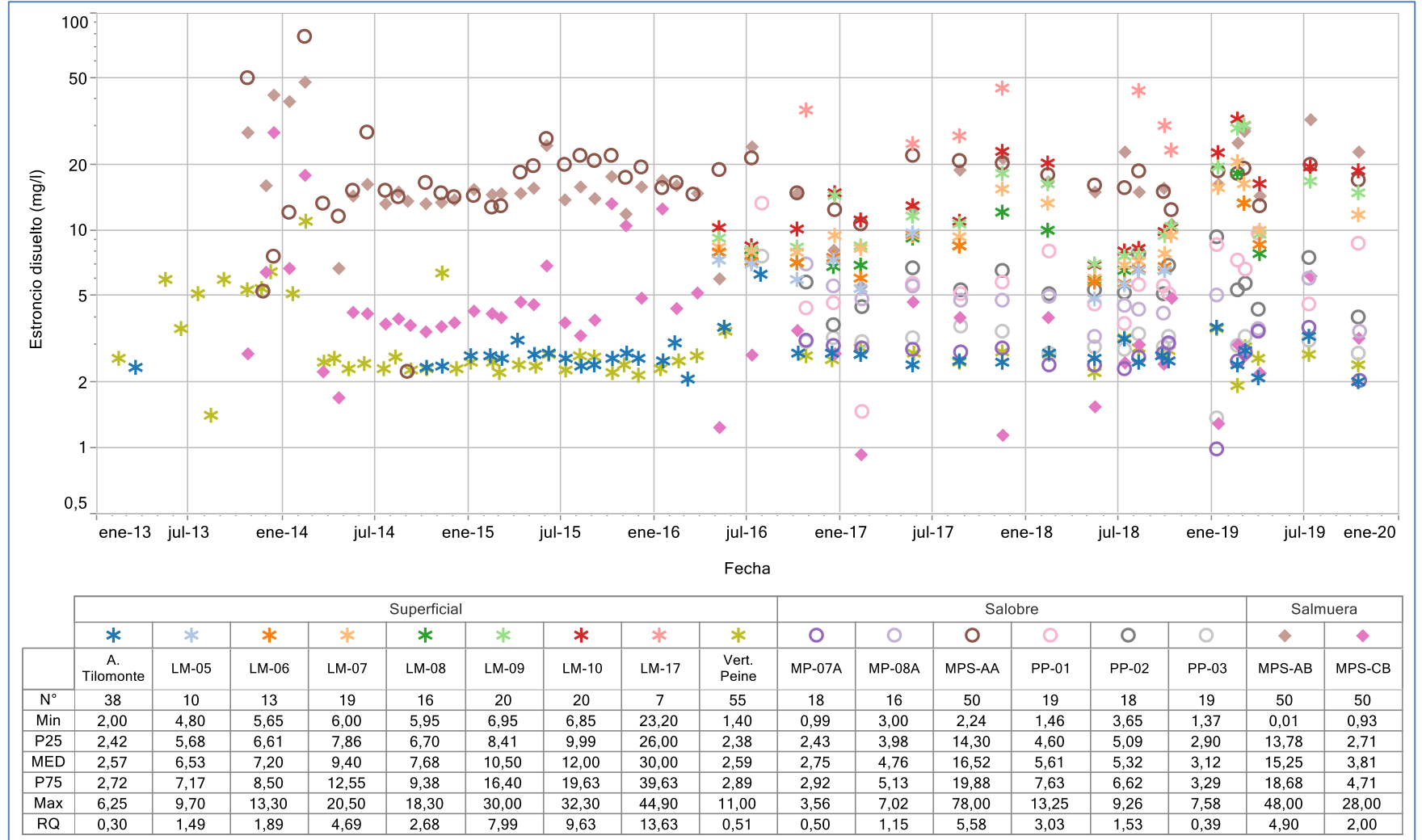
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-175 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-176 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios en trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Hierro (Fe), Litio (Li), Silicio (Si) y Estroncio (Sr). En las Figura 5-177, Figura 5-178, Figura 5-179, Figura 5-180, Figura 5-181, Figura 5-182 y Figura 5-183 se muestran los gráficos temporales, con sus respectivas tablas de estadígrafos, de cada uno de los elementos en análisis.

El Aluminio total, el Arsénico total y el Hierro total, son elementos que se encuentran en bajas concentraciones en comparación con el Boro total y el Litio total.

En general se observa para todos los elementos minoritarios totales, tendencias estables durante la data histórica, y los registros correspondientes al año 2019 se encuentran dentro de rangos normales de variación para aguas someras y profundas. Sin embargo, para aguas superficiales, particularmente las lagunas, se observa un alza marcada en la concentración de Aluminio, Arsénico, Boro, Litio y Estroncio durante el primer trimestre del año (incluido abril). Lo anterior, como se ha indicado, se explica por el evento de intensas precipitaciones de febrero. Para todos los parámetros, en el segundo semestre del año, el comportamiento de sus concentraciones vuelve a su tendencia estacional histórica.

El Aluminio total, en general, muestra concentraciones muy dispersas para cada punto de monitoreo y se evidencia que en el periodo completo de análisis este parámetro ha tenido diferentes límites de detección, relacionado con cambios de laboratorio y técnicas de análisis, lo que no permite hacer un análisis de mayor detalle de su comportamiento.

Para el Arsénico total, en el caso de las aguas profundas, presentan concentraciones características que van desde los 1,43 mg/l (P25, MPS-AB) a los 12,95 mg/L (P75, MPS-CB). Para las aguas someras, se presentan valores, casi en su totalidad, bajo 10 mg/L y para aguas superficiales se tienen, en general, concentraciones aun más bajas, con la excepción del primer trimestre de 2019, donde se presenta un alza de concentraciones debido al evento de precipitaciones ocurrido en dicho periodo. Un comportamiento diferente para las aguas superficiales muestra el punto LM-17, con mediana de 1,85 mg/L y el valor máximo es de 11,6 mg/L. Esta condición estaría dada por la ubicación de este punto de monitoreo, que es cercana al Núcleo, y su agua estaría influenciada por la salmuera.

El Boro total, presenta el mismo comportamiento que el Boro disuelto y se observan concentraciones mayores que en el resto de parámetros analizados. Las aguas profundas (salmuera) presenta las mayores concentraciones históricas, muy por sobre el resto de puntos de monitoreo. Se evidencia el cambio de concentraciones en 2019 para el pozo MPS-AB por el cambio de método de monitoreo ya comentado con anterioridad. Las aguas superficiales muestran concentraciones con medianas por sobre 40 mg/L, a excepción de los

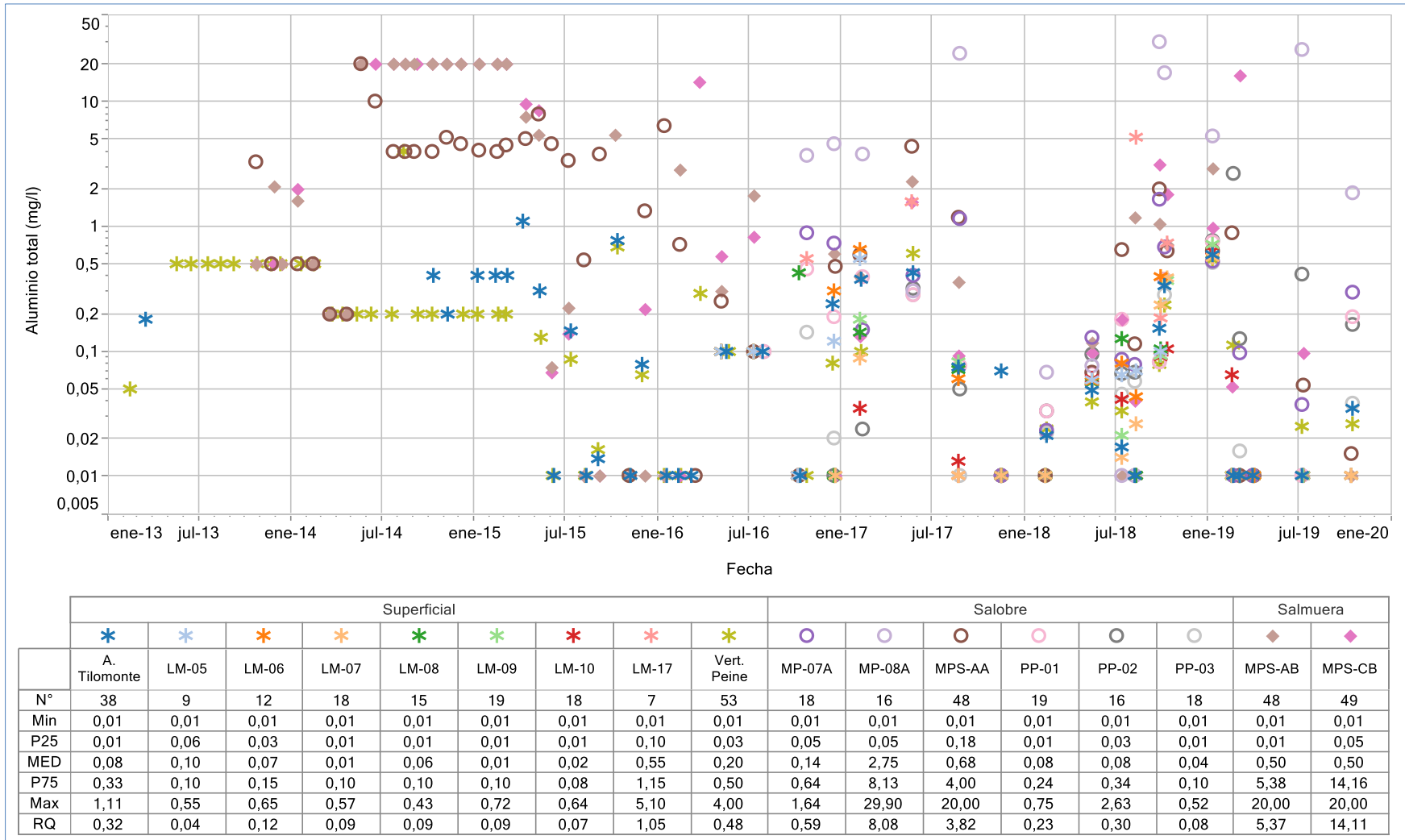
puntos de monitoreo Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, con medianas menores a 10 mg/LAI igual que en otros analitos, el punto LM-17 muestra concentraciones de Boro mayores que el resto de puntos que monitorean aguas superficiales.

El Hierro total, es el elemento que muestra menor concentración en relación a los demás elementos minoritarios analizados para el Sector. Además, presenta una gran dispersión de valores para cada punto de monitoreo y se evidencia que en el periodo completo de análisis este parámetro ha tenido diferentes límites de detección, relacionado con cambios de laboratorio y técnicas de análisis, lo que no permite hacer un análisis de mayor detalle de su comportamiento.

De la variación temporal del Litio total, se puede señalar que presenta el mismo comportamiento que el Litio disuelto. Son las aguas profundas las que presentan concentraciones mayores de este elemento, con valores por sobre los 800 mg/L, salvo para MPS-AB en 2019. Las aguas someras, presentan menos dispersión de concentraciones, que van desde los 5 mg/L a los 381 mg/L. Destaca la concentración de los puntos Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, con valores sensiblemente menores que el resto de puntos de agua superficial

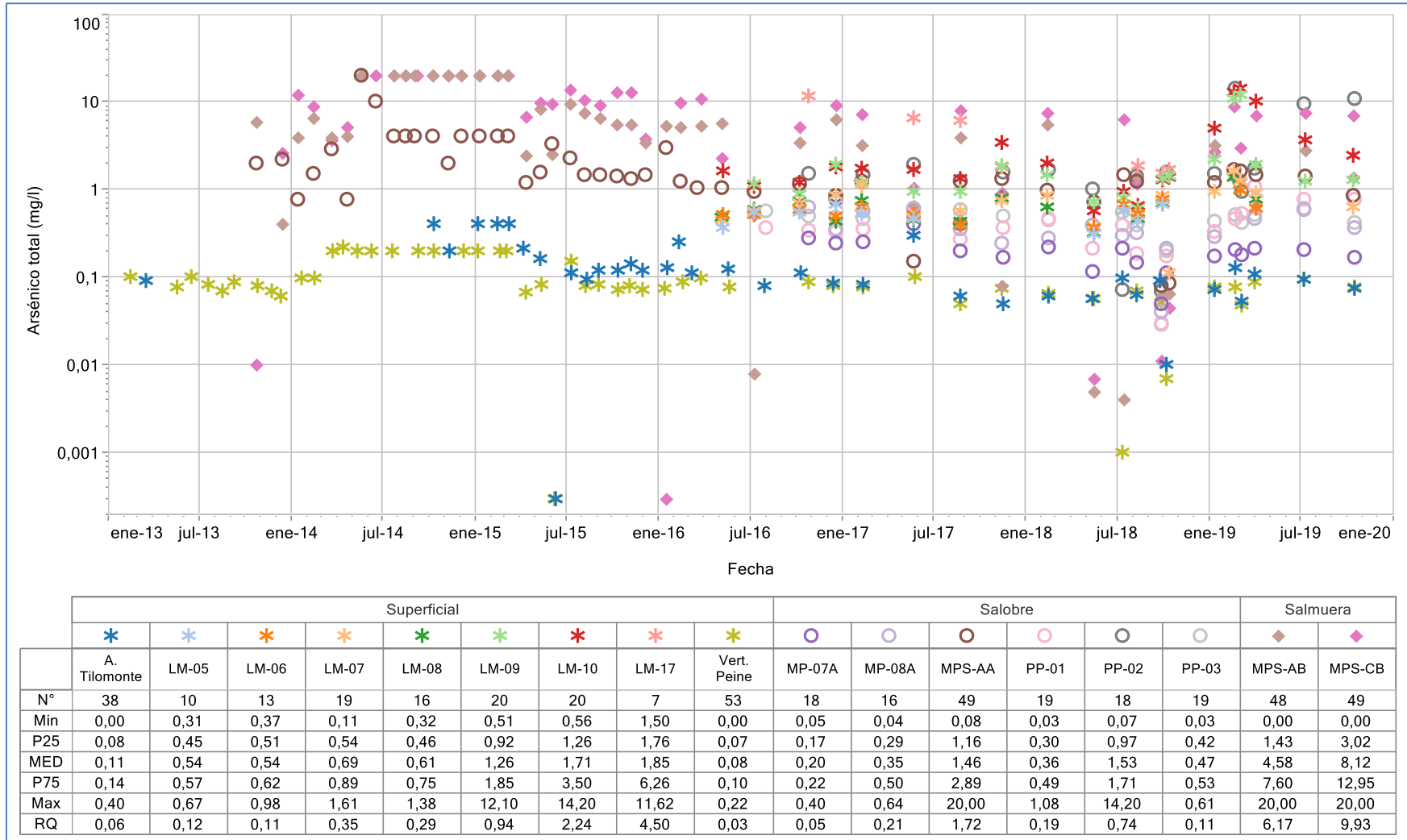
Las concentraciones de Silicio total son mayores en aguas someras, con un valor medio de 40 mg/L. En el caso de las aguas superficiales este valor es de 35,7 mg/L. Las aguas profundas, a diferencia de los otros elementos, muestran concentraciones más bajas de Silicio, con un valor medio de 2,5 mg/L.

Figura 5-177 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



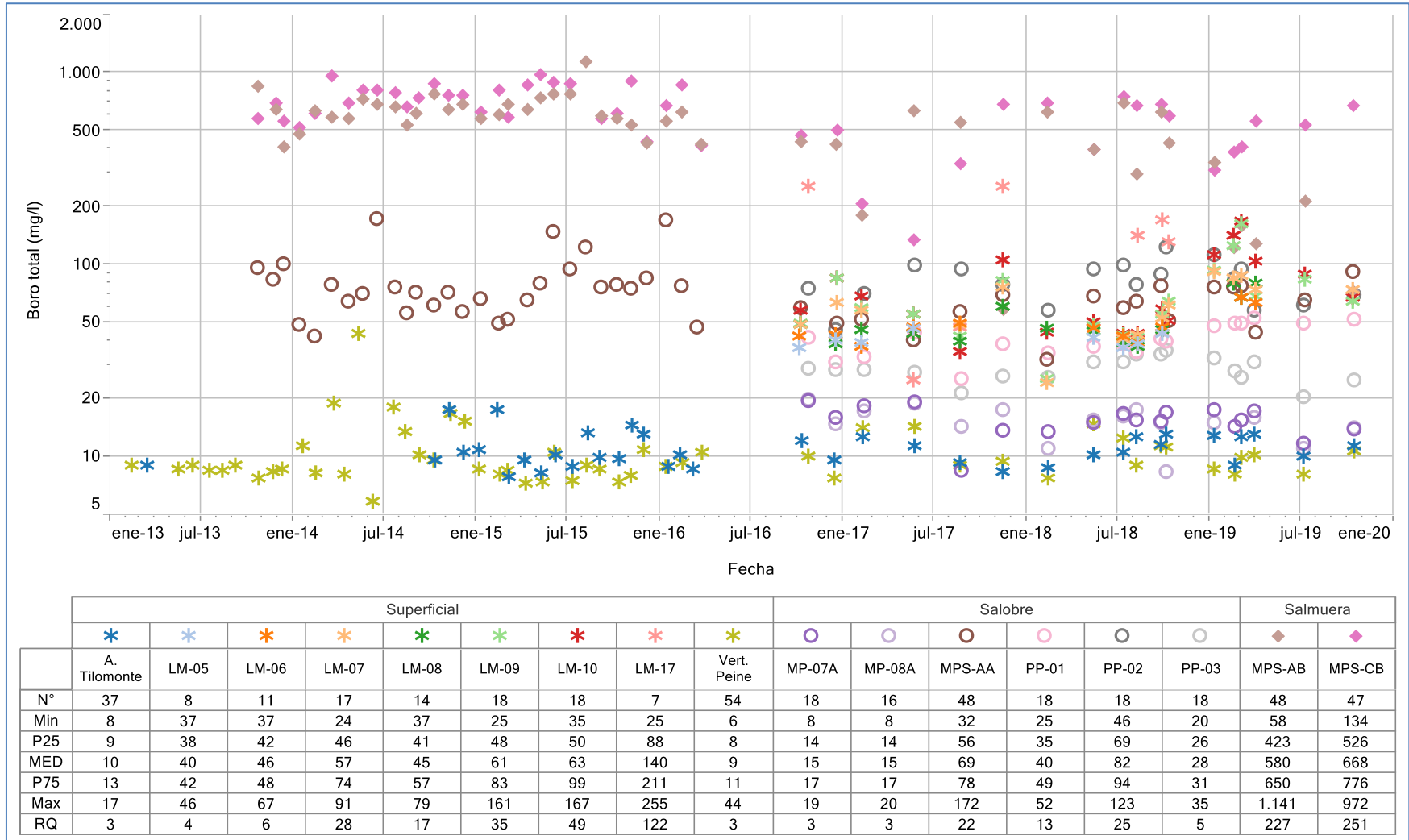
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-178 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



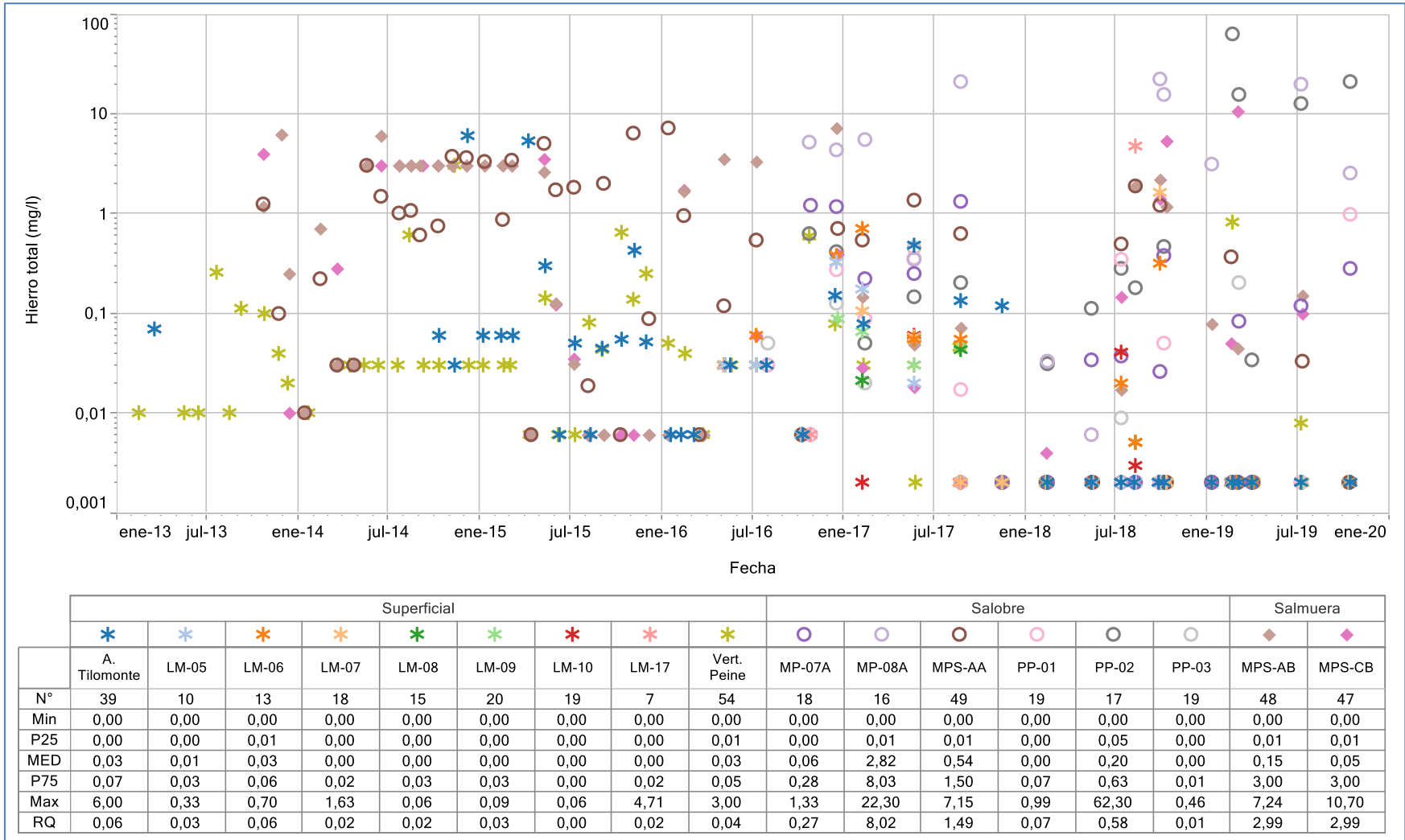
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-179 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



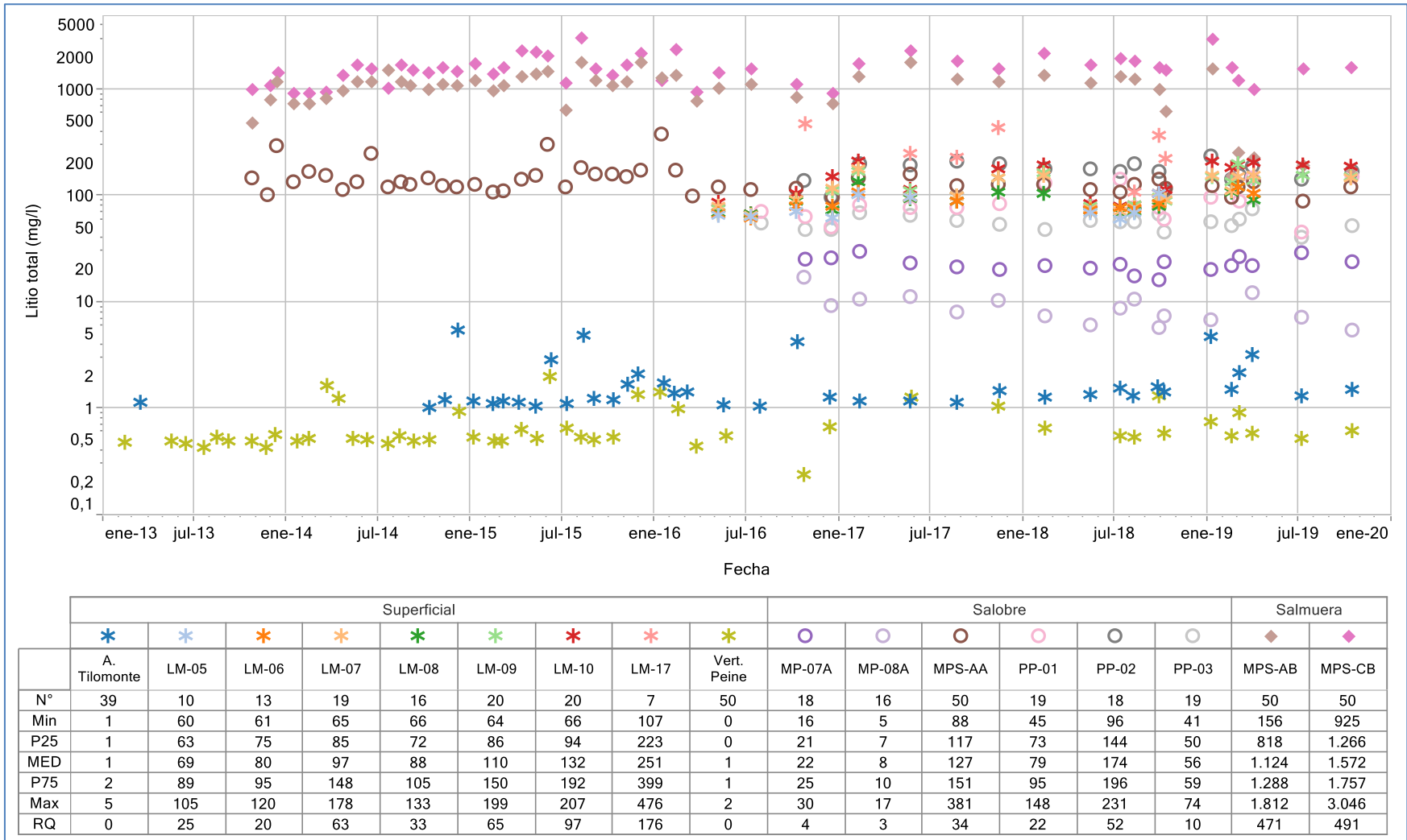
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-180 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



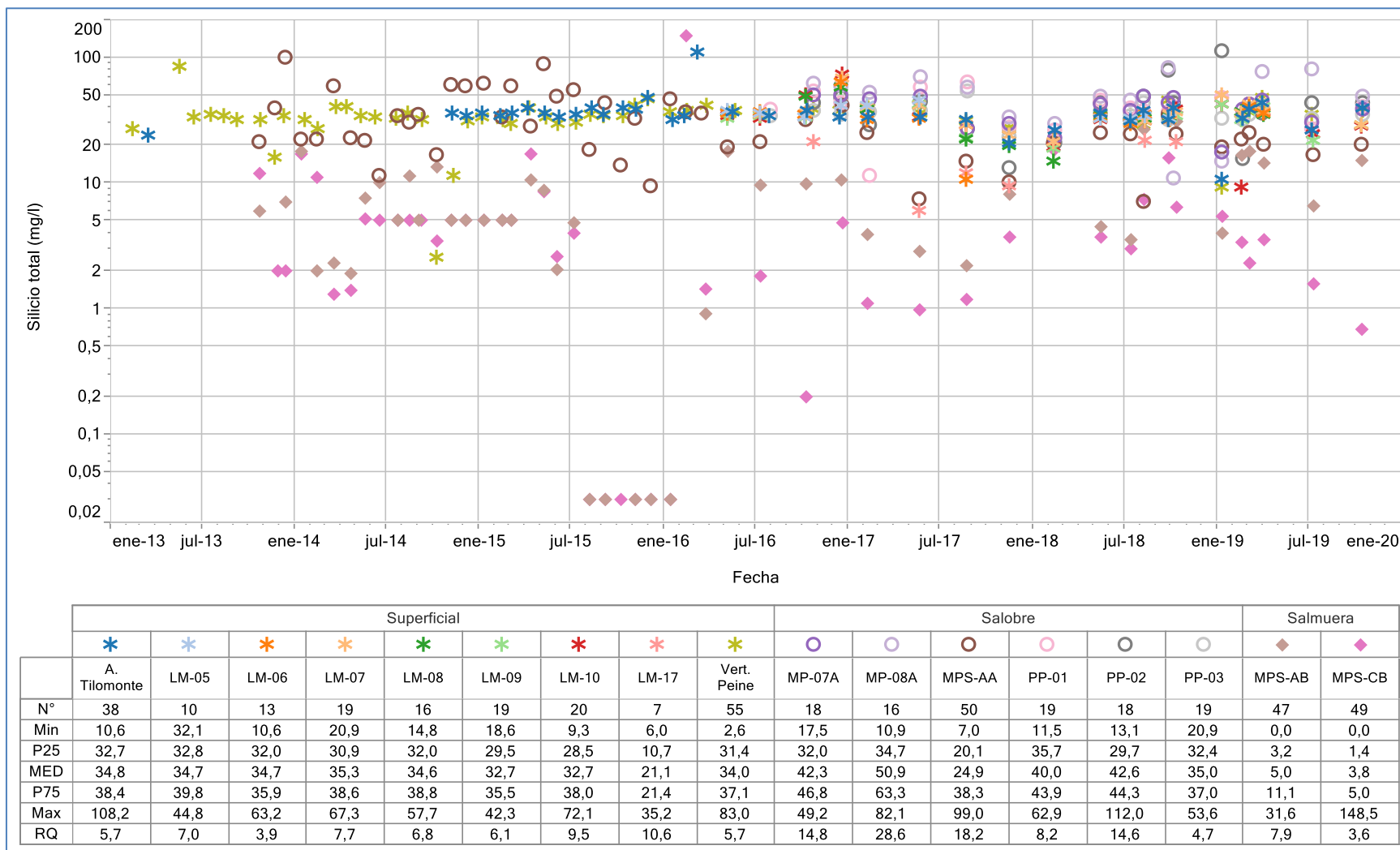
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-181 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



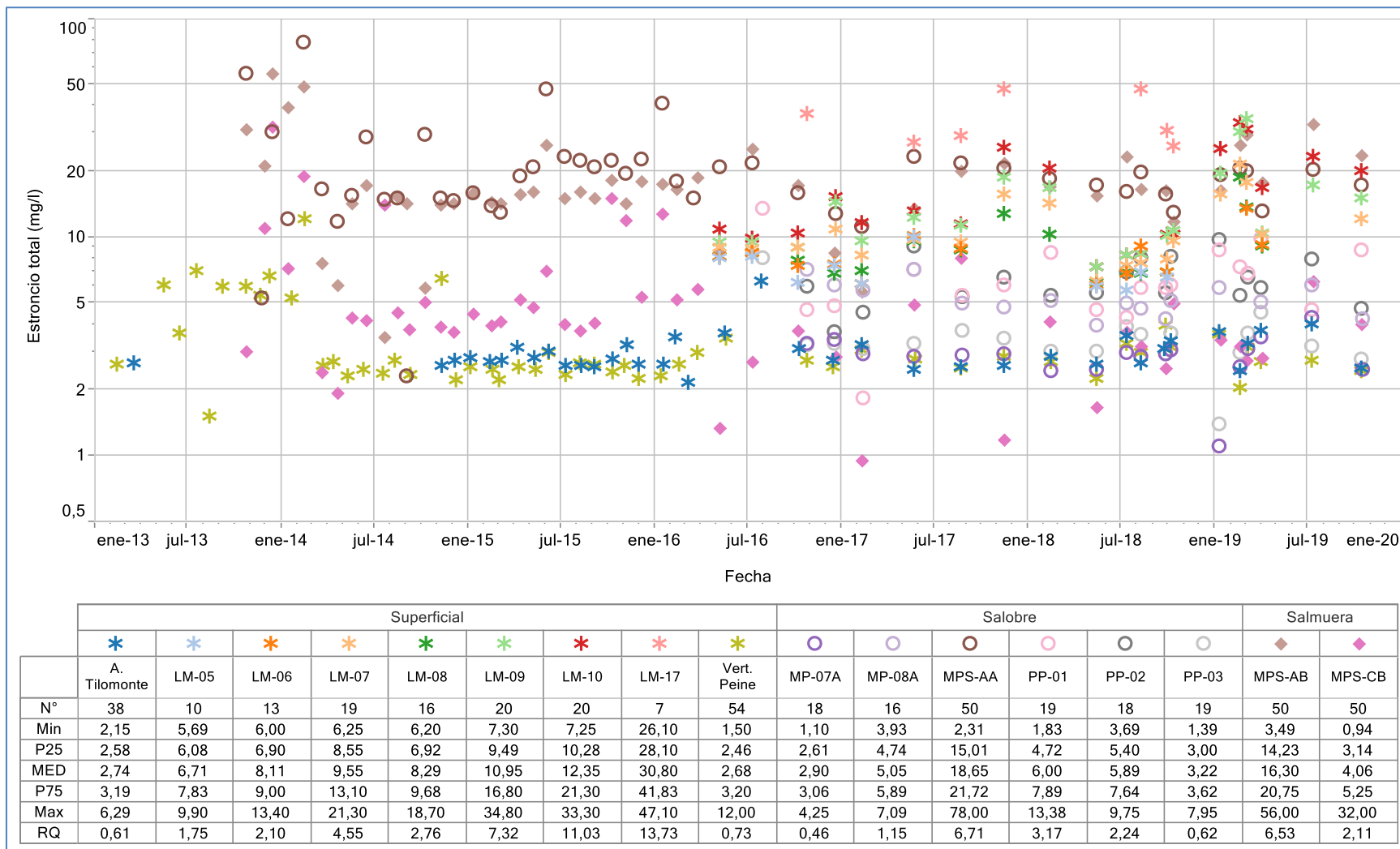
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-182 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-183 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Peine

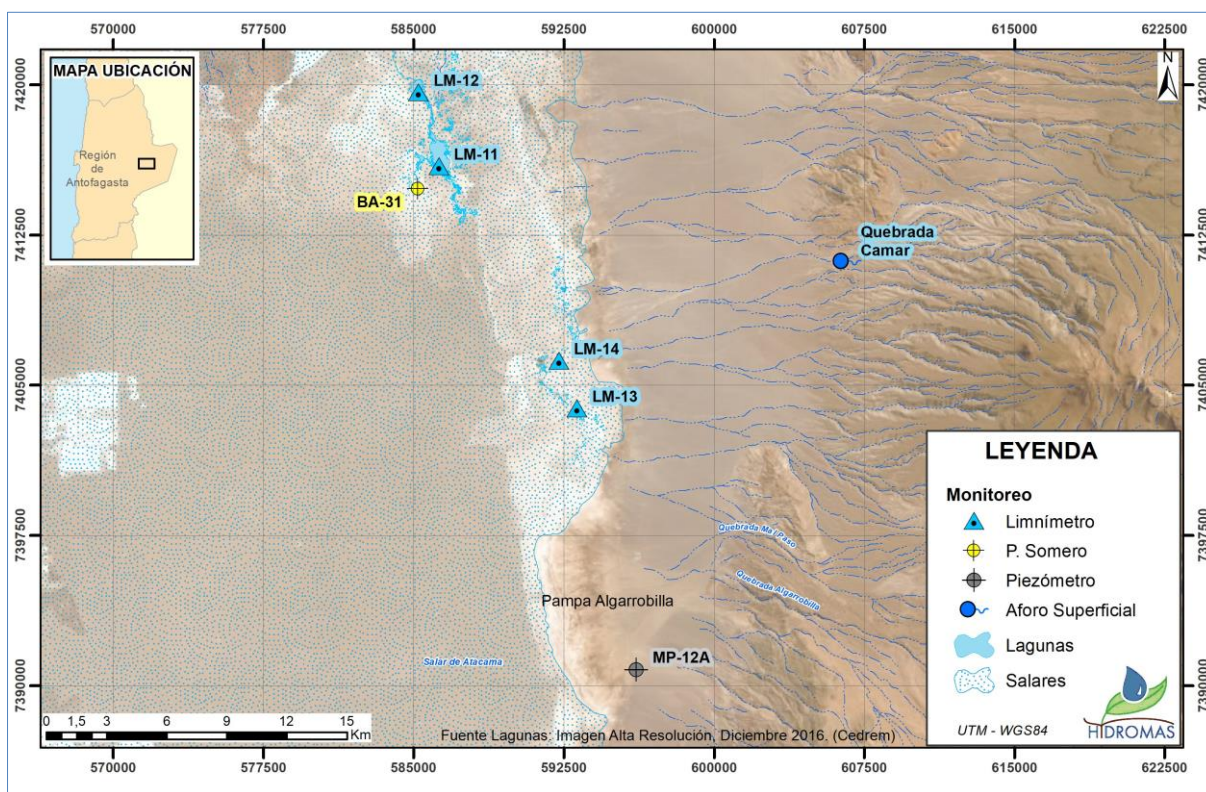


Fuente: Elaboración propia.

5.8.3 Sector Norte y Borde Este

La distribución de los puntos de monitoreo del sector Norte y Borde Este se presenta a continuación:

Figura 5-184 Localización puntos de monitoreo Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Es relevante indicar que el punto de monitoreo Quebrada Camar no fue posible monitorearlo durante 2019, debido principalmente a que no se contó con autorización de la comunidad para ello. Por lo anterior, los datos presentados para este punto de monitoreo tienen extensión temporal hasta 2018.

Parámetros Físico Químicos in situ

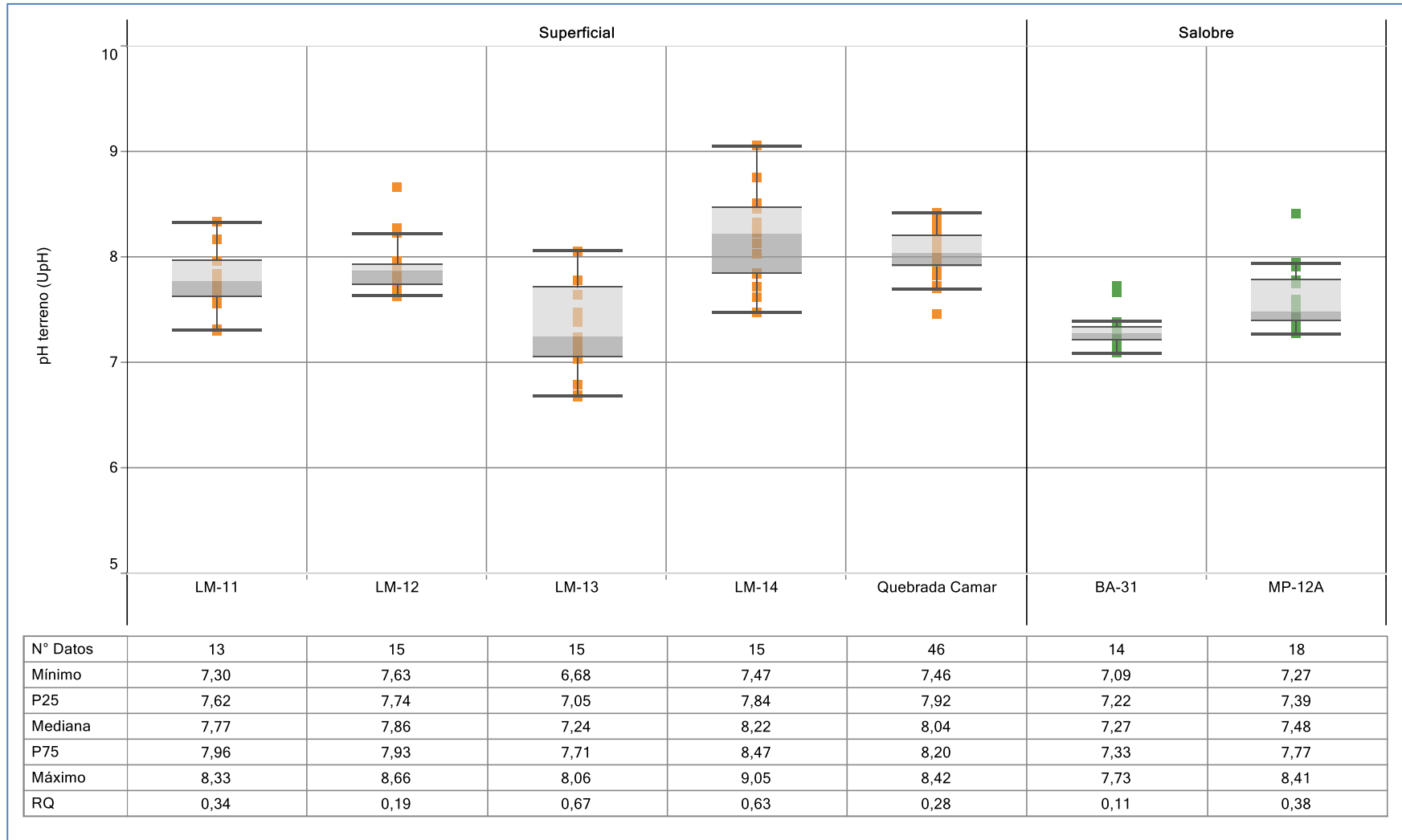
pH in situ

En la Figura 5-185 se presenta la variación espacial del pH medido *in situ*, tanto para los puntos que miden aguas superficiales, puntos LM, como para el que mide aguas subterráneas salobres, MP-12A y BA-31 que corresponde a un barreno.

En este sector, al igual que lo indicado en el informe del año 2017 y 2018, no se aprecia diferencia significativa de pH entre aguas superficiales y subterráneas, por cuanto todas se

presentan, en términos de las medianas, en el rango entre 7,24 (LM-13) y 8,2 UpH (LM-14), tendiendo a presentar aguas neutras a básicas. En relación a estos registros, se debe tener en consideración que sólo la Quebrada Camar cuenta con mayor número de datos.

Figura 5-185 Diagrama de Caja, pH in situ histórico (UpH), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Conductividad Eléctrica *in situ*

A diferencia del pH, la Conductividad Eléctrica muestra una marcada diferencia entre las aguas de lagunas y de vertientes, e incluso con las aguas subterráneas (ver Figura 5-186).

En este caso, los valores altos de conductividad eléctrica fueron registrados en las lagunas y para el año 2019 varios de los puntos registraron valores $>200.000 \mu\text{S}/\text{cm}$. Estas aguas, al presentar conductividad eléctrica más altas en relación a las otras muestras en este sector, indican mayores contenidos de sales, lo que resulta ser concordante con el proceso de evaporación, el cual concentra las sales presentes en el agua, además de indicar que éstos puntos se encuentran muy cerca del Núcleo.

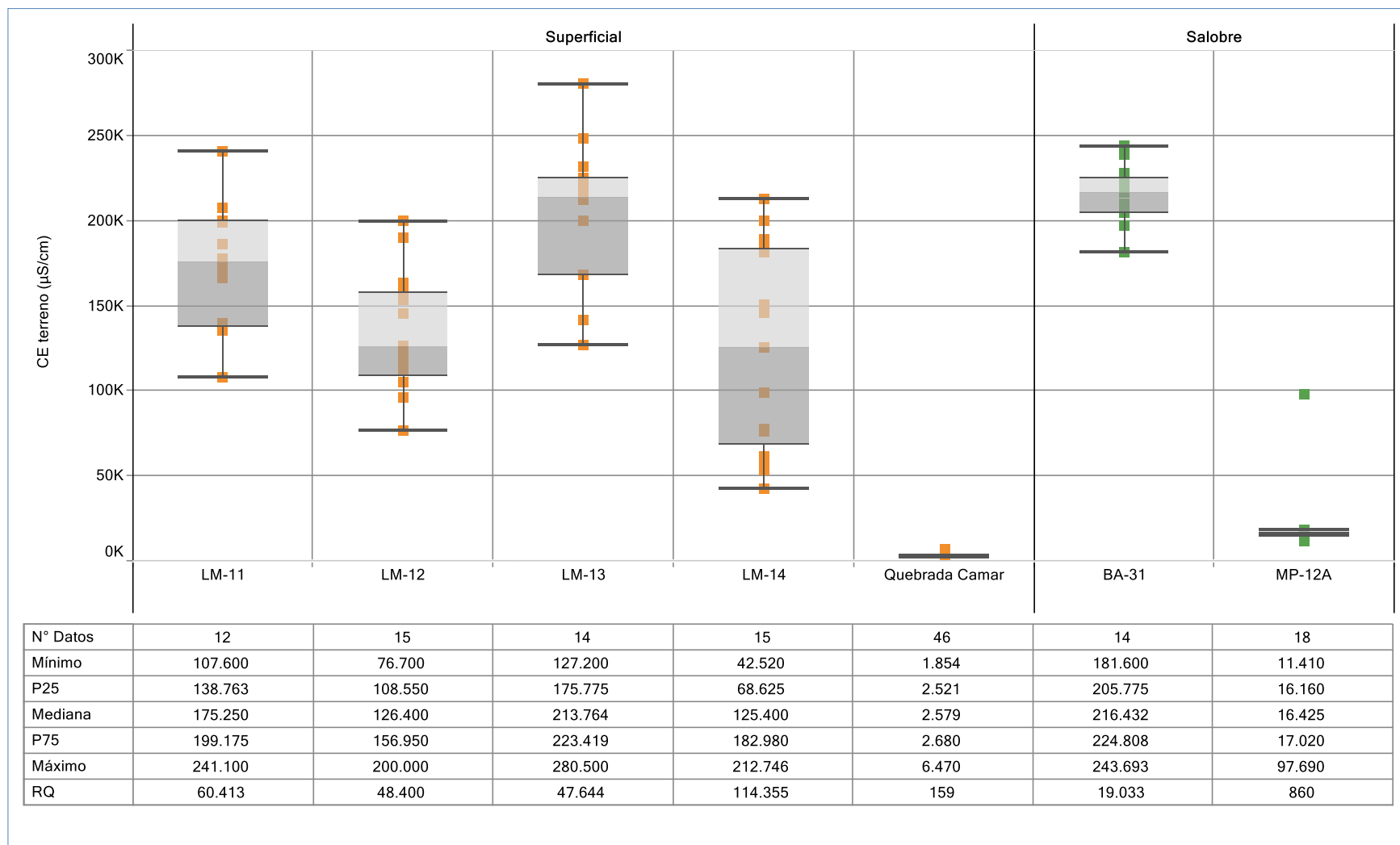
Para la Quebrada Camar se tienen conductividades mucho menores, donde el máximo corresponde a $6.470 \mu\text{S}/\text{cm}$, siendo consistentes con su registro histórico.

En el caso del punto de agua subterránea somera (MP-12A) los valores son intermedios, presentando un valor máximo de $97.690 \mu\text{S}/\text{cm}$, el que se considera fuera de tendencia.

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

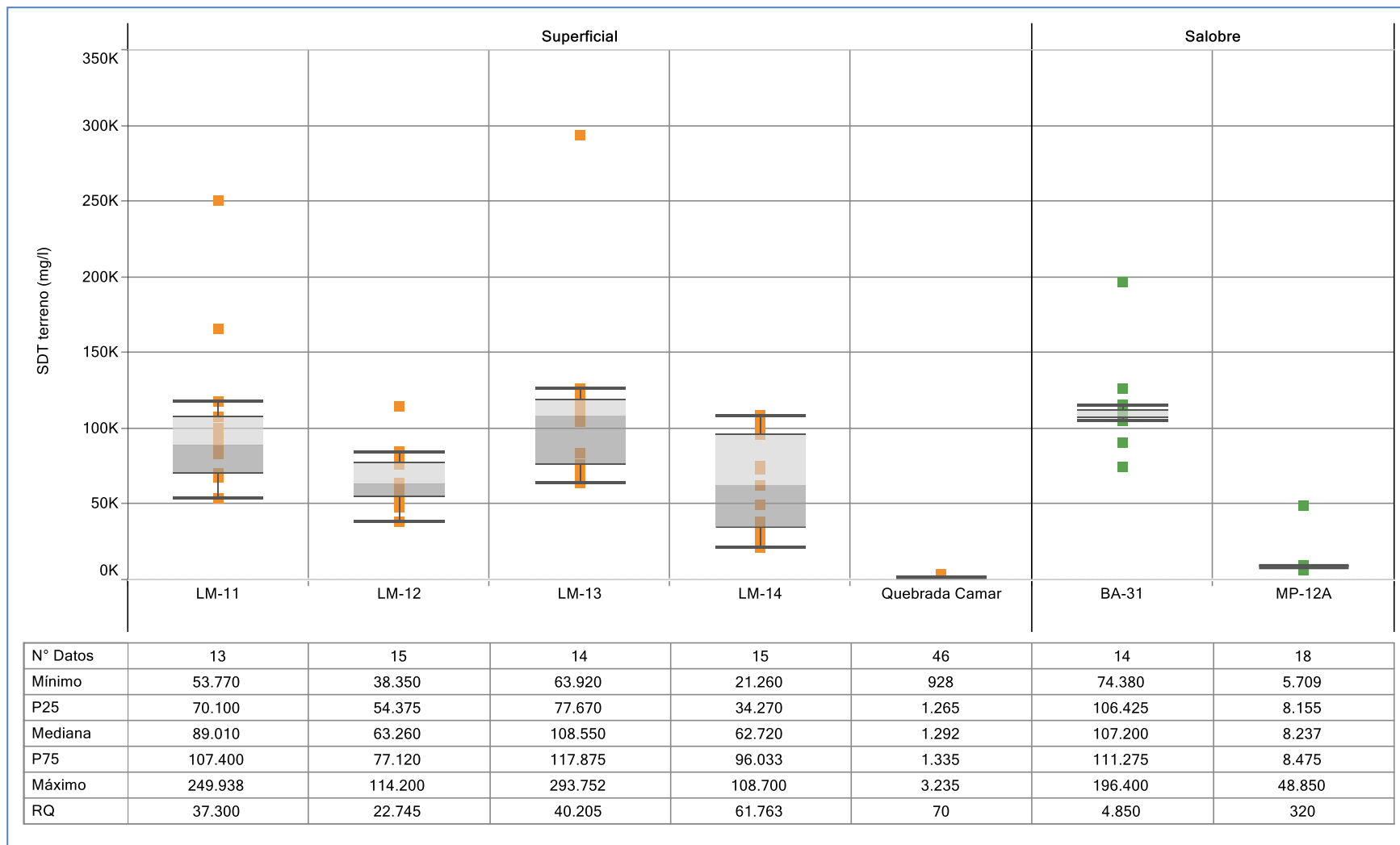
El comportamiento de los sólidos disueltos totales en la Figura 5-187, es similar al de la conductividad eléctrica en cuanto a que las aguas de las lagunas presentan valores significativamente más altos que el de la Quebrada Camar. Como se aprecia en la gráfica de cajas, el rango de sólidos disueltos totales varía entre $5.709 \text{ mg}/\text{L}$ (MP-12A, valor mínimo) y $293.752 \text{ mg}/\text{L}$ (LM-13, valor máximo que se considera fuera de tendencia) para las aguas de las lagunas y entre $928 \text{ mg}/\text{L}$ y $3.235 \text{ mg}/\text{L}$ (ambos en la Quebrada Camar). Los SDT del MP-12A, se parece mucho a los rangos de la Quebrada Camar.

Figura 5-186 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in situ histórico (µS/cm), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-187 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Oxígeno Disuelto *in situ*

Los registros de Oxígeno Disuelto se entregan en la Figura 5-188 junto con los estadígrafos respectivos. Respecto de este parámetro cabe indicar que las mediciones se realizan en las lagunas a partir de diciembre de 2016, y la Quebrada Camar posee mayores registros y desde 2013.

Para la Quebrada Camar, que cuenta con mayor cantidad de información, el oxígeno disuelto varía entre 0,07 mg/L y 8,3 mg/L, mostrando una gran dispersión entre los valores. En términos de los valores de las medianas, estas se encuentran en torno a 5 mg/L, siendo un valor aceptable en relación a los valores de concentración de saturación. Lo anterior se ha mantenido en el tiempo, siendo los mismos valores en Informe anterior.

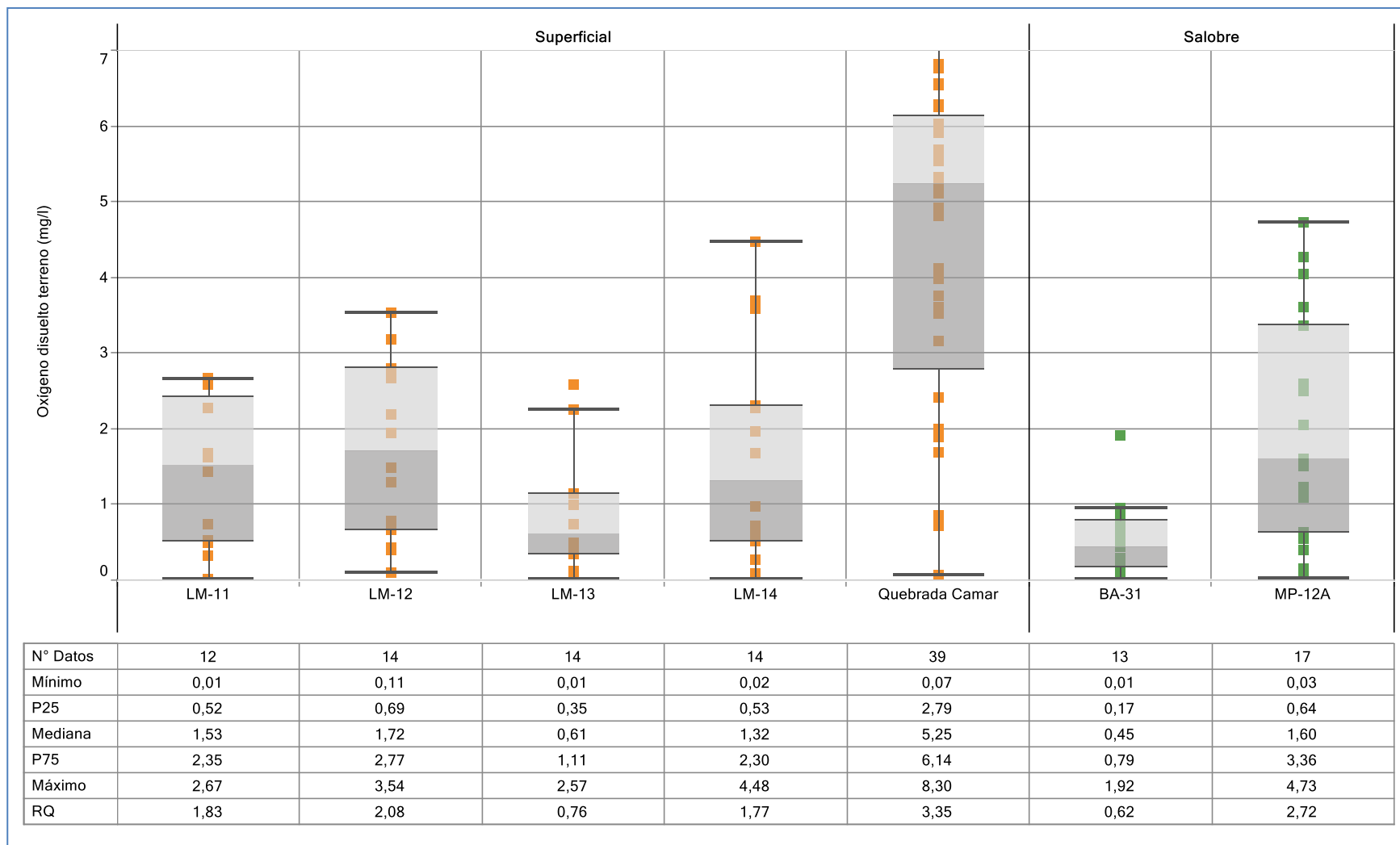
Para el resto de los puntos, las lagunas presentan concentraciones en general por debajo de los 4 mg/L, y para el pozo MP-12A su valor máximo es de 4,73 mg/L y para LM-14 de 4,48 mg/L.

Temperatura *in situ*

En cuanto a la temperatura del agua se aprecia en la Figura 5-189 que considerando toda la data de registros, las temperaturas mínimas y máximas se mantienen, respecto de los estadígrafos del año anterior, y los valores de las medianas se mantienen. Para el punto LM-14, los valores varían entre 12,6°C y los 34,90 °C; el resto de las lagunas presentan rangos entre los 9,40°C (LM-11) y 32,7°C (LM-13).

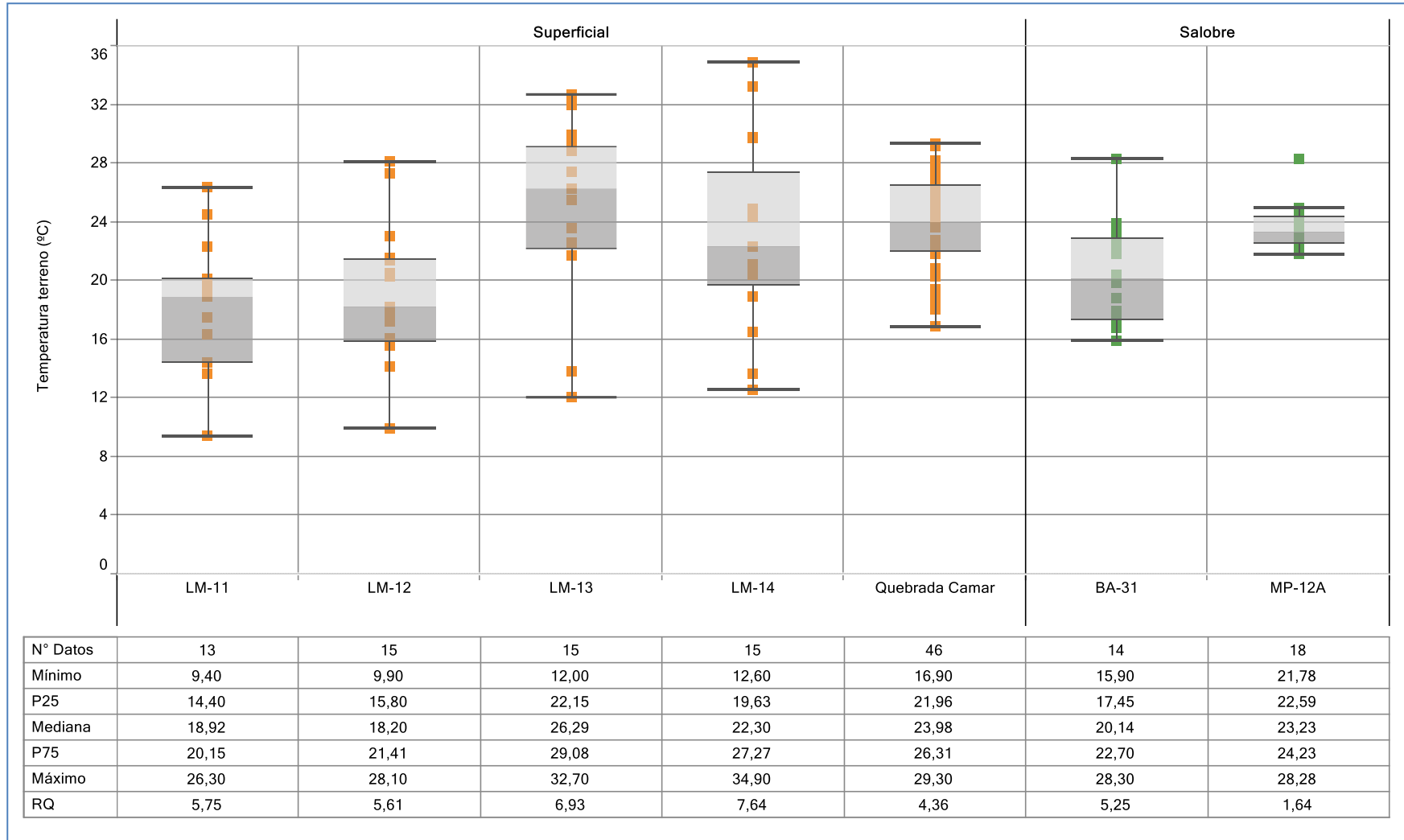
Para la Quebrada Camar los valores van desde 16,9 °C y 29,30°C. Para el pozo MP-12A la mediana corresponde a 23,20°C y presenta rangos mas estrechos por ser aguas subterráneas.

Figura 5-188 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in situ histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-189 Diagrama de Caja, Temperatura in Situ histórico (T°C), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Variación Temporal de los parámetros

Otra manera de analizar el comportamiento de estas variables, es a través de su desarrollo temporal, vale decir cuál ha sido la variación en el tiempo, para ello a continuación se presentan los gráficos del periodo 2013 a 2019.

En la Figura 5-190 y Figura 5-191 se presenta la gráfica para los 5 parámetros *in situ* comprometidos, pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto y Sólidos Disueltos Totales, y para todos los puntos del Sector Norte y Borde Este. Se recuerda que vertiente peine se analizó en Sector Peine.

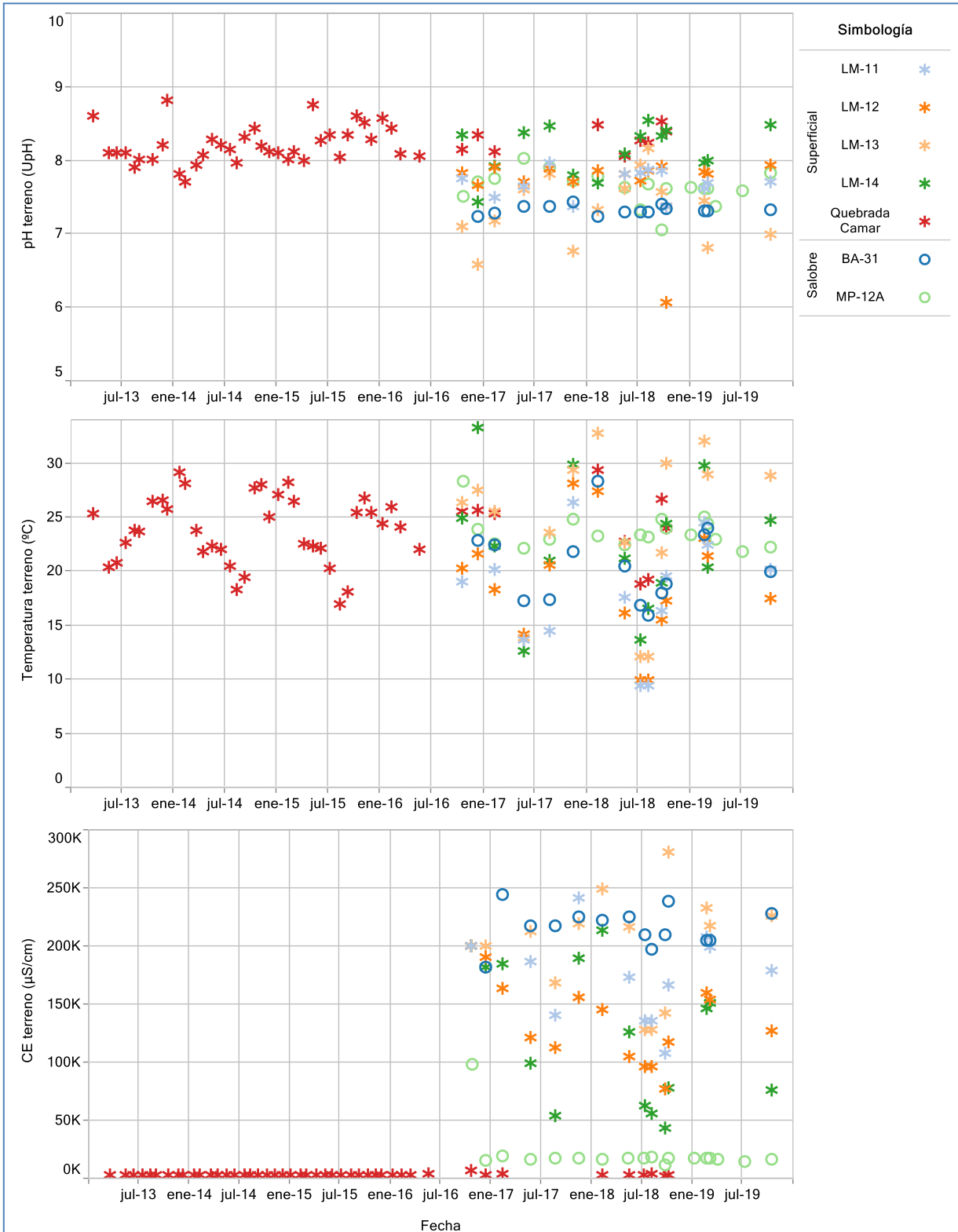
Los datos de las aguas superficiales, LM-11, LM-12, LM-13 y LM-14 presentan una tendencia de aguas neutras a básicas con conductividades intermedias a altas. Los pozos someros, en el caso de MP-12A, presenta en general muestras principalmente neutras y conductividades bajas y para el BA-31, el pH neutro y conductividades altas.

El comportamiento de la Quebrada Camar presenta pH con tendencia básica y conductividades muy bajas, además de presentar un comportamiento estable en el tiempo no observándose ningún tipo de estacionalidad. En el caso de la temperatura, los registros de la Quebrada Camar muestran la estacionalidad con temperaturas máximas en los meses diciembre-febrero y mínimas en los meses junio-agosto, concordante con las épocas del año. Este año 2019, los parámetros de pH, Temp y CE se observan dentro de los rangos históricos.

En relación a los Sólidos Disueltos Totales, estos no muestran estacionalidad en el tiempo, sin embargo los valores máximos de la serie se registran en febrero de 2017, ambos registrados para el punto LM-13 y LM-11. El resto de las aguas superficiales presentan valores altos concordantes con la conductividad registrada para ellos, al igual que para el punto BA-31. La Quebrada Camar presenta estabilidad durante sus registros históricos, con concentraciones bajas y durante el año 2019 no se pudo medir por temas de acceso.

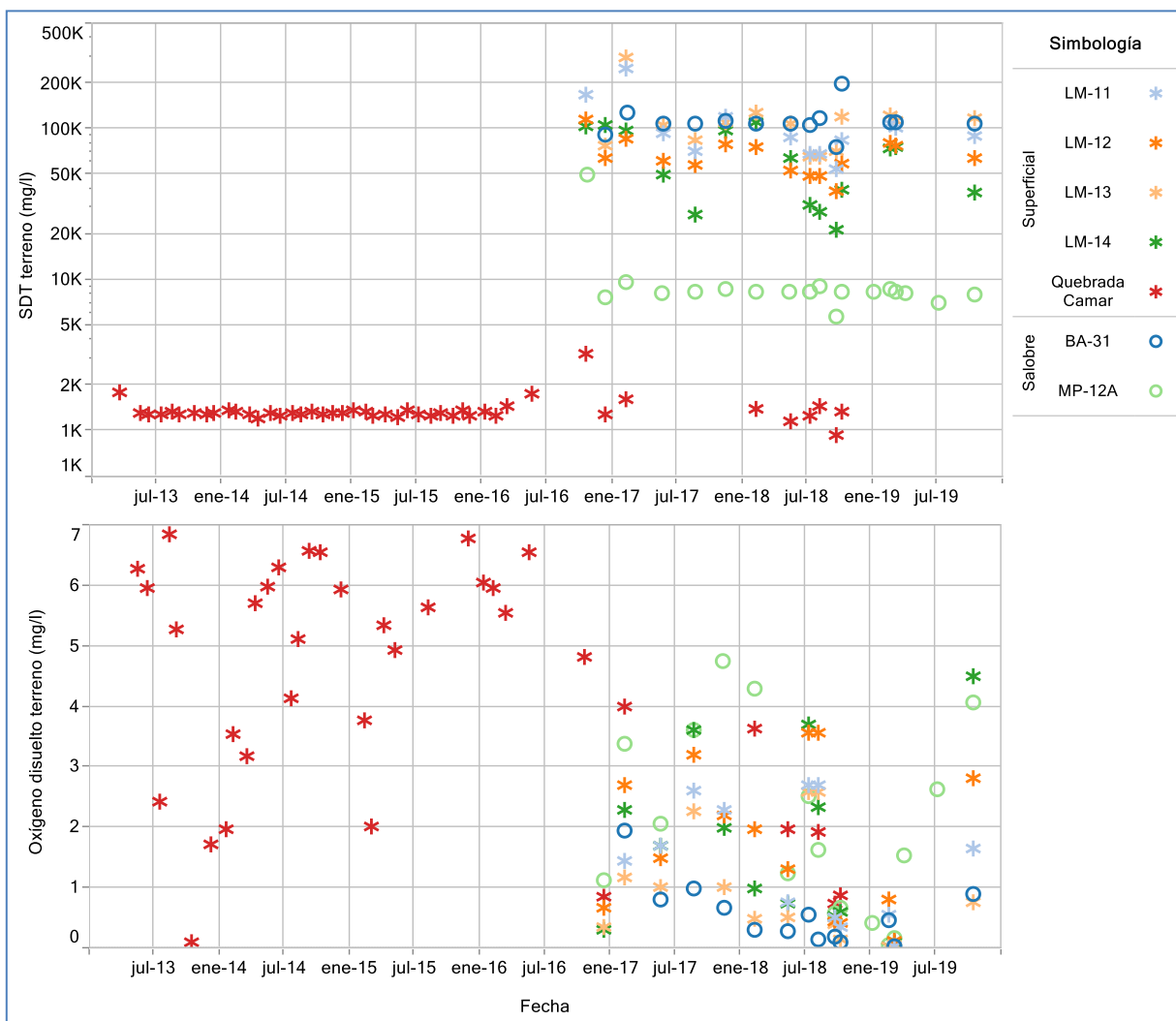
Para el caso del O.D. se observan históricamente registros dispersos para todos los puntos, no mostrando ningún tipo de tendencia. En el 2019, posterior a la lluvia de febrero, se observa una tendencia al aumento del O.D. de febrero a diciembre en todos los puntos.

Figura 5-190 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE in situ, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-191 Variación Temporal: SDT y OD in situ, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Parámetros Físico Químicos en laboratorio

A continuación, al igual que para los parámetros registrados in situ, se presenta un breve análisis junto con diagramas de caja, tablas de estadígrafos y variación temporal de los parámetros físico-químicos medidos en Laboratorio, en el sector de Norte y Borde Este.

pH Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio, Figura 5-192 presentan la misma tendencia que los medidos *in situ*, pero en este caso, levemente mayores en magnitud.

Las concentraciones de pH, varían entre 6,06 y 8,54 UpH, para las aguas de las lagunas, mientras que para las aguas subterráneas someras (BA-31 y MP-12A), varían entre 7,05 y 8,02 UpH, tendiendo a ser aguas de neutras a básicas.

Para Quebrada Camar el pH de laboratorio es similar a lo registrado *in situ*, alcanzando un valor máximo de 8,8 UpH en el punto de la Quebrada.

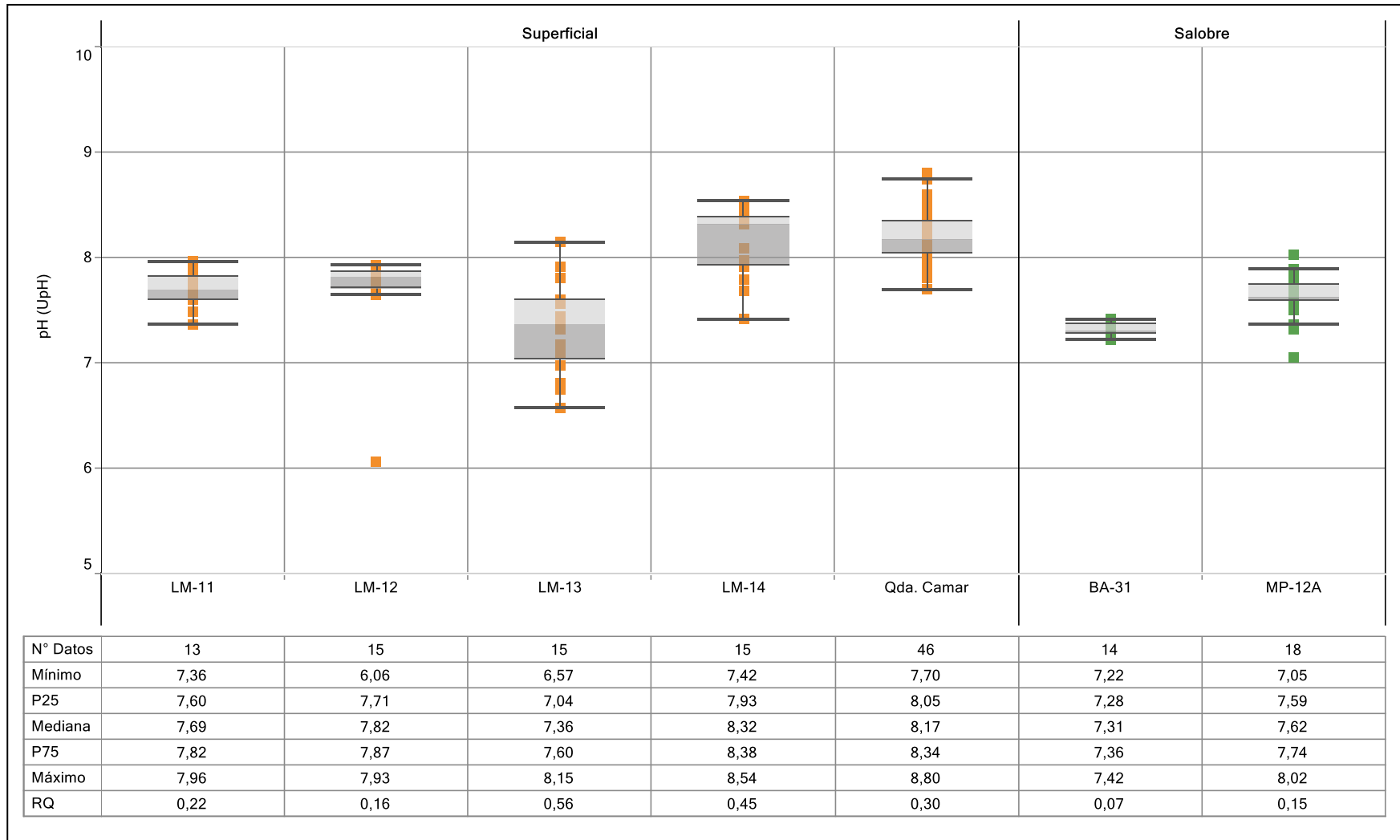
Conductividad Eléctrica Laboratorio

En relación a la Conductividad Eléctrica, la Figura 5-193 presentan los resultados de laboratorio los cuales en general son más altos que los medidas *in situ*, pero en el mismo orden de magnitud, así como lo muestra los puntos LM-11 y LM-13, en donde los valores máximos *in situ* son de 241.100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y de 280.500 respectivamente y los de laboratorio de 258.400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 250.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Las aguas de las lagunas muestran mayor variabilidad y altas CE, mientras que el pozo MP-12A presenta menores valores que se encuentran entre 15.220 y 19.160 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

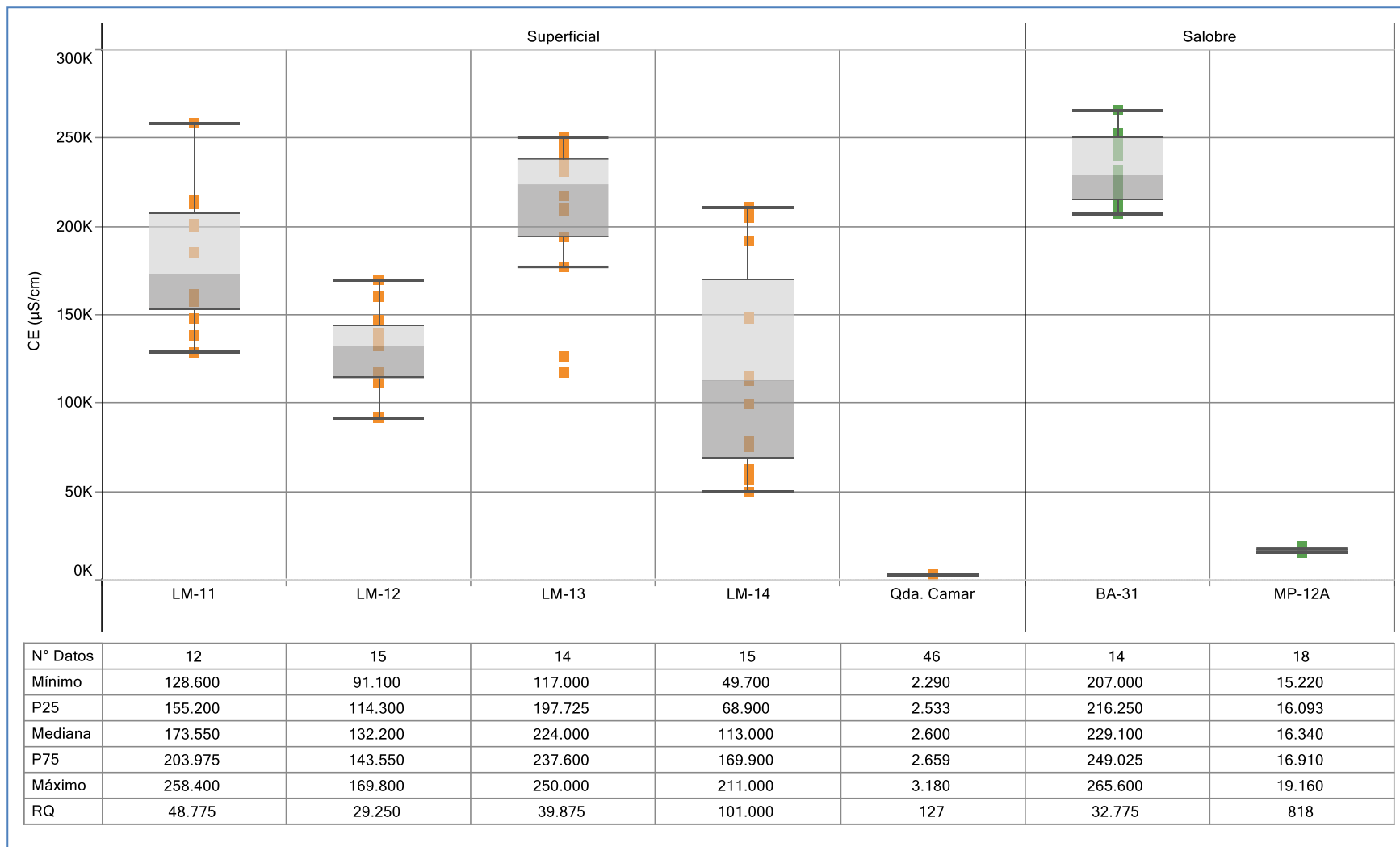
Lo que se presenta tanto en los datos de laboratorio como en terreno es que las aguas de las lagunas tienen conductividades eléctricas mayores que la de las aguas superficiales (Quebrada Camar), lo que es concordante con la exposición al proceso de evaporación. Quebrada Camar presenta conductividades que no superan los 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5-192 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico (UpH), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-193 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia..

Sólidos Disueltos Totales Laboratorio

El comportamiento de los SDT se observan en la gráfica presentada en la Figura 5-194. De manera general, se cita lo indicado en el Anexo 1 de la Adenda 5, punto 7.6.1, donde se señala que existe una buena relación entre SDT con la Conductividad Eléctrica, pero lo anterior, hasta valores en torno a los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Posterior a este valor la correlación directa entre ambos parámetros es nula, dado que la conductividad es afectada por la composición específica de iones presentes en el agua (Custodio y Llamas, 2001). Es posible determinar dos muestras con la misma salinidad, pero la conductividad puede ser significativamente diferente, dado que las especies iónicas presentan niveles de conductancia específica diferentes.

De los resultados obtenidos de SDT para este sector, se observa que el comportamiento de los registros de SDT determinados en laboratorio, presentan valores más altos que los registrados *in situ*.

Más allá de los valores propiamente tales, si se comparan los registros de las aguas de las lagunas en relación a las aguas subterráneas someras y Quebrada Camar, es posible indicar que las primeras presentan valores mayores de SDT respecto de las segundas, comportamiento que también se presenta en las mediciones *in situ*.

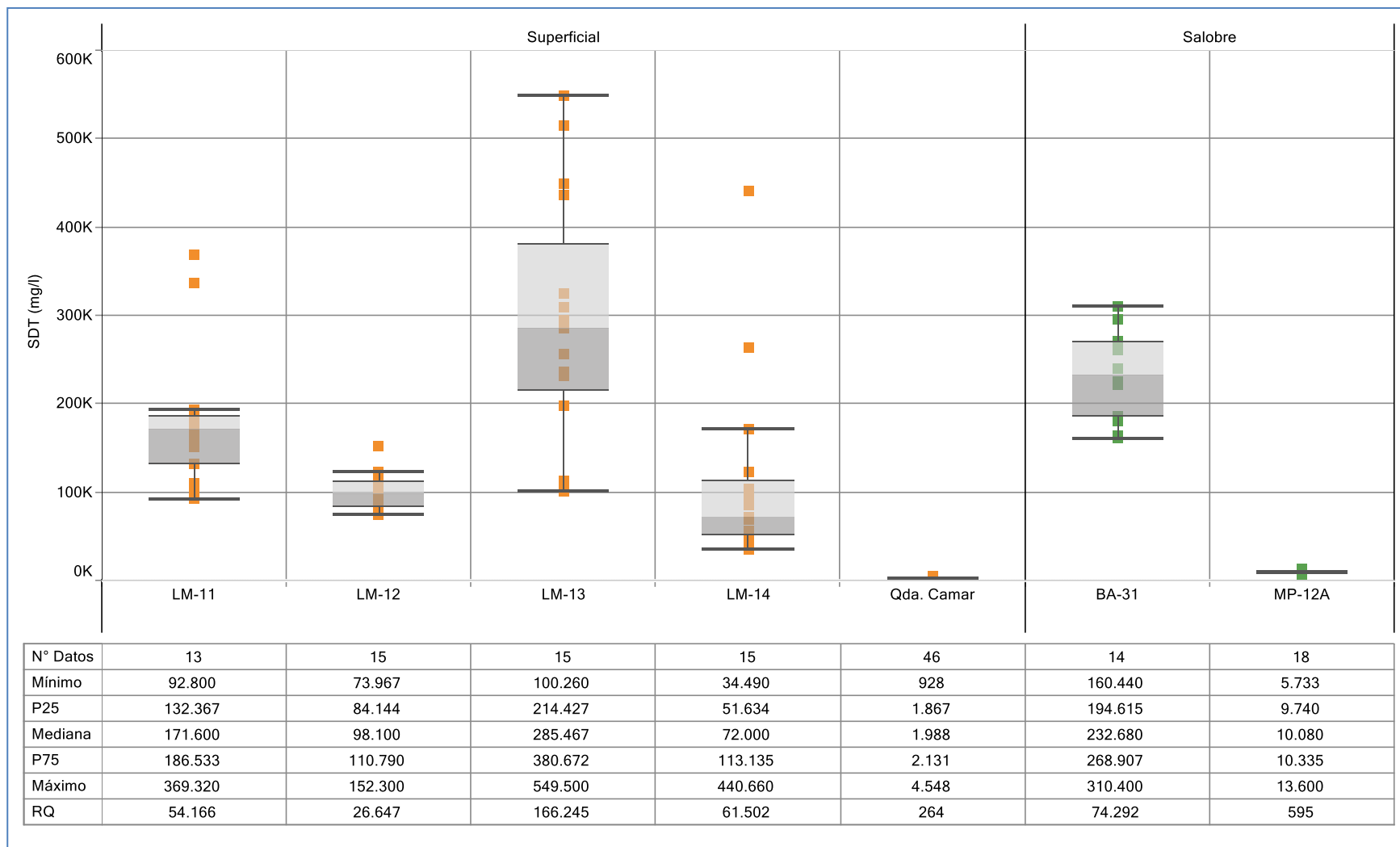
Densidad Laboratorio

La Densidad, es un parámetro que sólo es medido en laboratorio, Figura 5-195. Inicialmente se puede señalar que la densidad de este sector, se presentan rangos más amplios para cada punto representado, comparado con el gráfico del informe del año 2016.

Los rangos varían entre los puntos de las lagunas, aguas dulces salobres, y las aguas del pozo MP-12A y Quebrada Camar. Para Quebrada Camar, la variedad de datos es más amplia desde 0,98 g/mL y 1,22 g/mL, pero los valores superiores al P75 (1,01 mg/L) se consideran fuera de tendencia. Para las lagunas los valores van desde 1 g/mL (LM-12) hasta 1,26 g/mL (LM-13). Con respecto al pozo MP-12A los valores son más acotados, donde la media presentada es de 1 g/mL.

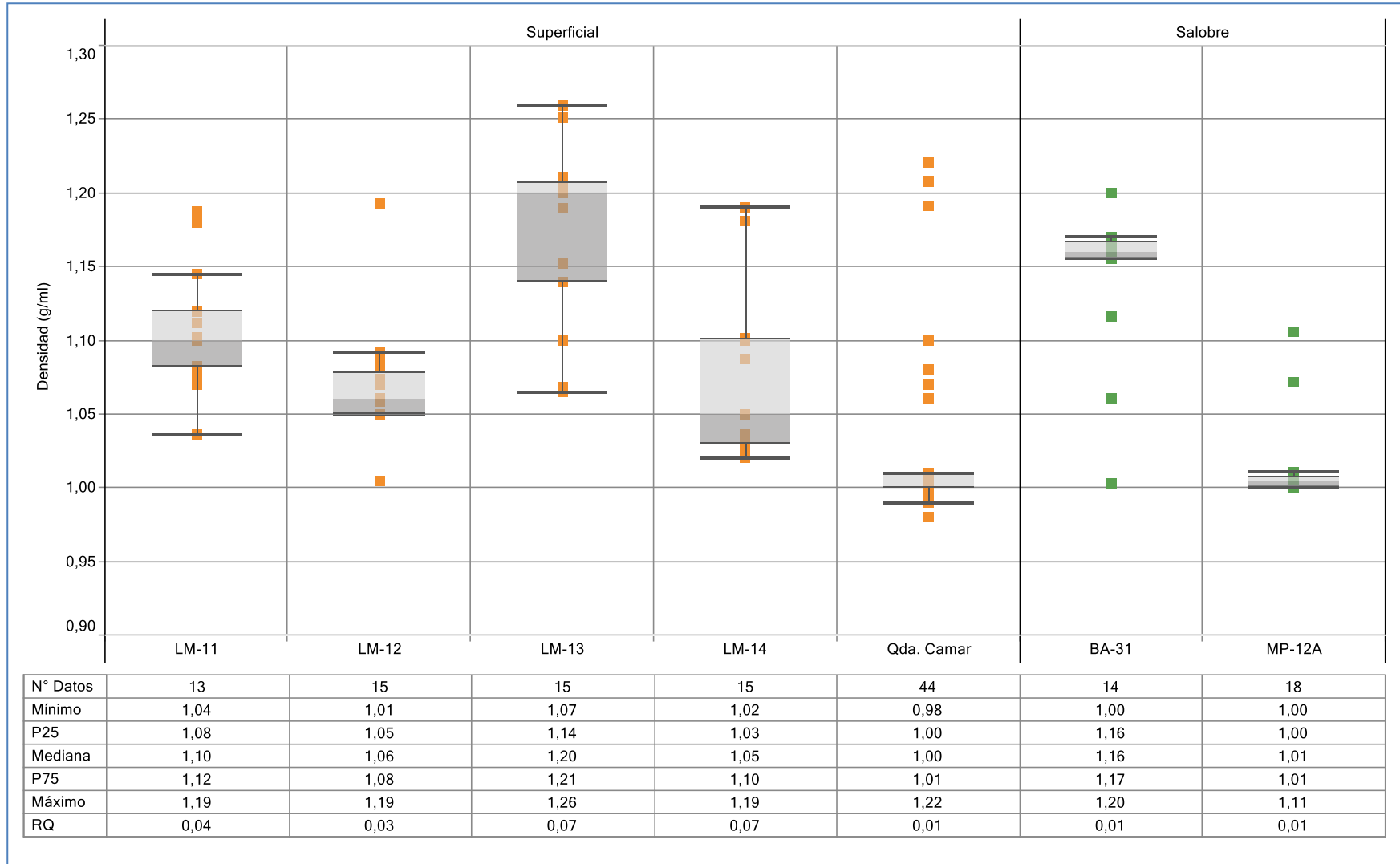
De manera general, el comportamiento de densidades mayores en las lagunas y la quebrada, resulta concordante con lo mostrado por la conductividad eléctrica, y con el proceso de evaporación a las cuales se ven expuestas las primeras.

Figura 5-194 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-195 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/mL), Sector Norte y Borde Este



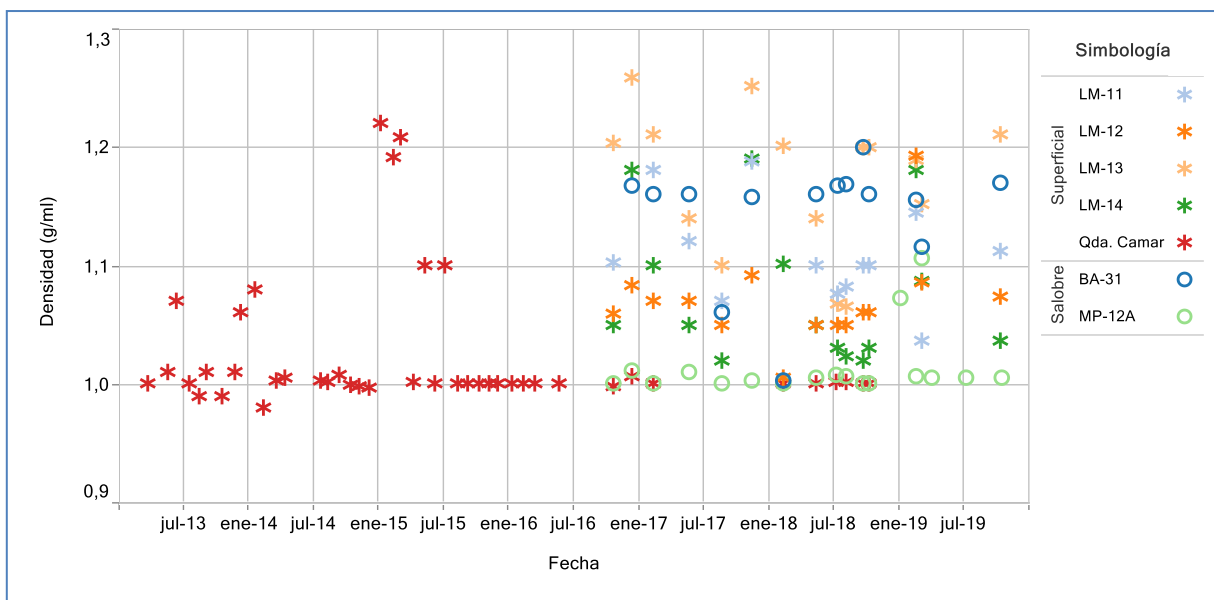
Fuente: Elaboración propia.

Variación Temporal de los parámetros

En la Figura 5-196 y Figura 5-197 se presenta la variación temporal de los valores de los parámetros físico-químicos analizados en laboratorio. A partir de éstos, se observa para los 4 elementos, que los valores medidos en las campañas de 2019, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se mantienen dentro de la variación natural, para aquellos puntos en los cuales se cuenta con datos históricos. Se puede indicar que los valores de las conductividades, en general, aumentaron levemente con respecto a los años anteriores.

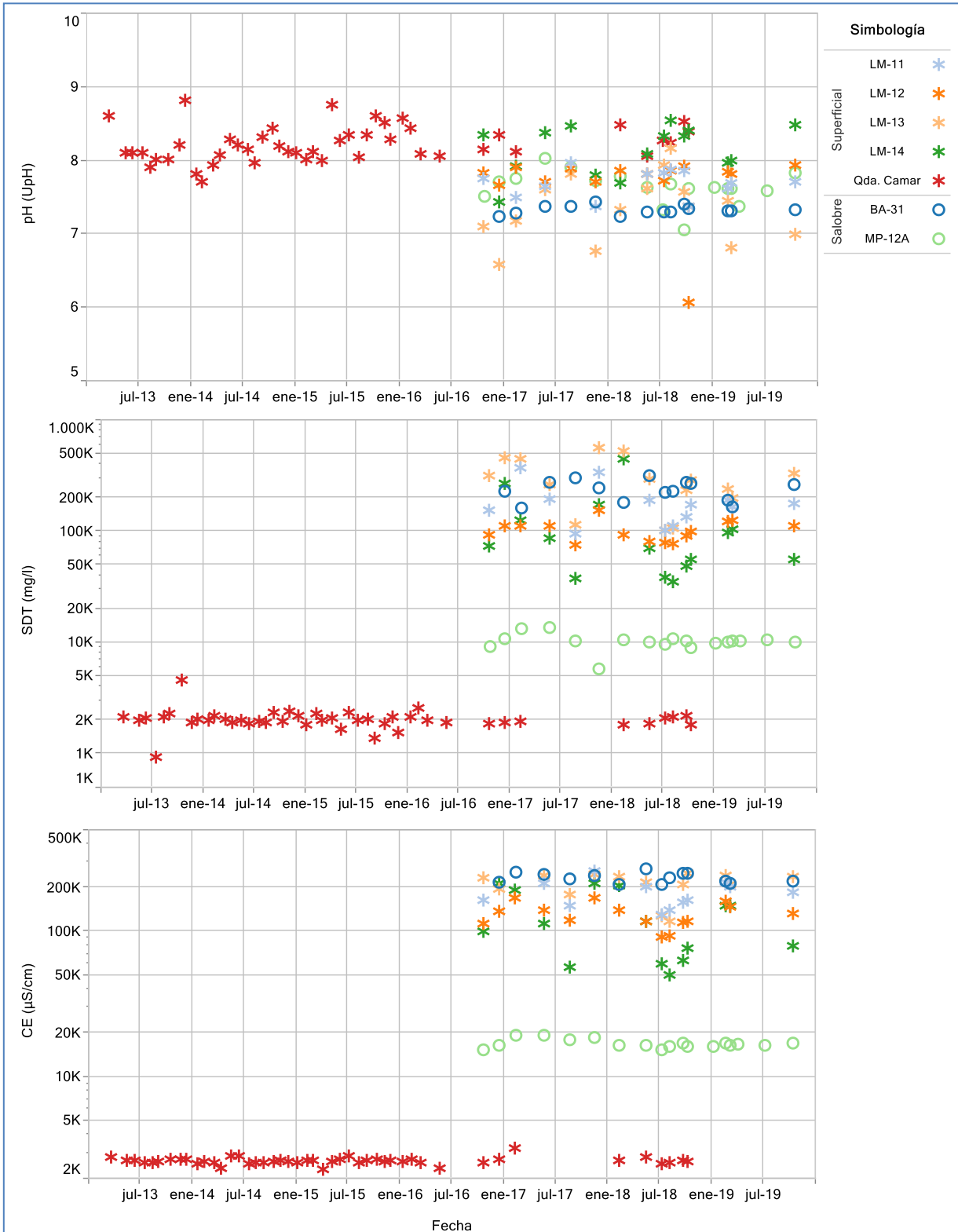
Para Quebrada Camar durante el año 2019 no se pudo realizar la medición por problemas de acceso.

Figura 5-196 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-197 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Mayoritarios Disueltos

Los elementos mayoritarios disueltos divididos en aniones y cationes, se presentan en las Figuras siguientes. Los aniones que se analizan corresponden a Cloruros (Cl^-), Sulfatos (SO_4^{2-}), Bicarbonatos (HCO_3^-) y Nitratos (NO_3^-), mostrados junto con sus estadígrafos históricos de manera de facilitar la comprensión de las figuras.

Los registros de **Cloruros** para el 2019, Figura 5-198, se observan todos en los rangos históricos, sin grandes variaciones. En general, se puede señalar que las aguas de las lagunas tienen altos contenidos de este anión, respecto las aguas superficiales (quebrada Camar). Esto resulta ser totalmente concordante con el comportamiento mostrado por la conductividad eléctrica. Si se observan los estadígrafos, las lagunas presentan valores que superan los 75.000 mg/L, siendo que la quebrada tiene una mediana de 260 mg/L. Para el punto BA-31, los valores son aún mayores, dentro de un rango entre 98.170 mg/L a 145.486 mg/L, posiblemente debido a su ubicación en el sector, casi sobre el Núcleo.

En cuanto a la concentración de **Bicarbonatos**, Figura 5-199, las aguas de Quebrada Camar no pudieron ser medidas durante el 2019, sin embargo, muestran una media histórica de 543 mg/L. El punto MP-12A se presenta estable en el 2019, con valores cercanos a los 250 mg/L. Las concentraciones en las aguas de las lagunas muestran variabilidad en los datos, con rangos que van en general, sin contar los extremos máximos y mínimos, desde los 400 mg/L a los 1.000 mg/L.

En cuanto a los **Nitratos** disueltos, es posible indicar que entre los puntos de las lagunas, LM-13 es aquel que presenta el valor medio más alto con 5,18 mg/L. Los valores en general para el 2019 en este sector se presentan estables, con sólo un valor bajo para octubre 2019 en el punto BA-31.

En cuanto a los **Sulfatos**, de la misma manera que los Cloruros las lagunas presentan concentraciones más altas respecto de la quebrada Camar, las que presentan un promedio de sus medianas sobre los 5.000 mg/L hasta los 16.629 mg/L y en cambio la Quebrada Camar una mediana de 684 mg/L.

Las concentraciones medias de MP-12A muestran un valor cercano a los registrados en Quebrada Camar, de mediana de 523 mg/L. En cambio el punto BA-31 presentan valores mas cercanos a los rangos de las lagunas, con una mediana de 18.269 mg/L.

Respecto a los registros de MP-12A y BA-31, se destaca que aun cuando los dos miden en niveles someros, los registros de sulfatos son diametralmente distintos, mientras que el registro de MP-12A es del orden de magnitud de la quebrada, el pozo BA-31 es más cercana a la concentración de sulfatos de las lagunas, siendo el segundo más alto, situación que

también se evidencia en los Cloruros. Lo anterior, puede indicar que las aguas que registra BA-31 estarían influenciadas por el proceso de evaporación.

De los cuatro aniones mayoritarios analizados, los Cloruros son los predominantes, particularmente en el agua de las lagunas, lo que es totalmente concordante con la ubicación de estos puntos.

De la misma manera que para los aniones analizados, para los cationes se presenta de manera conjunta las gráficas con sus estadígrafos. Los cationes que se analizan corresponden a Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}), Sodio (Na^+) y Potasio (K^+).

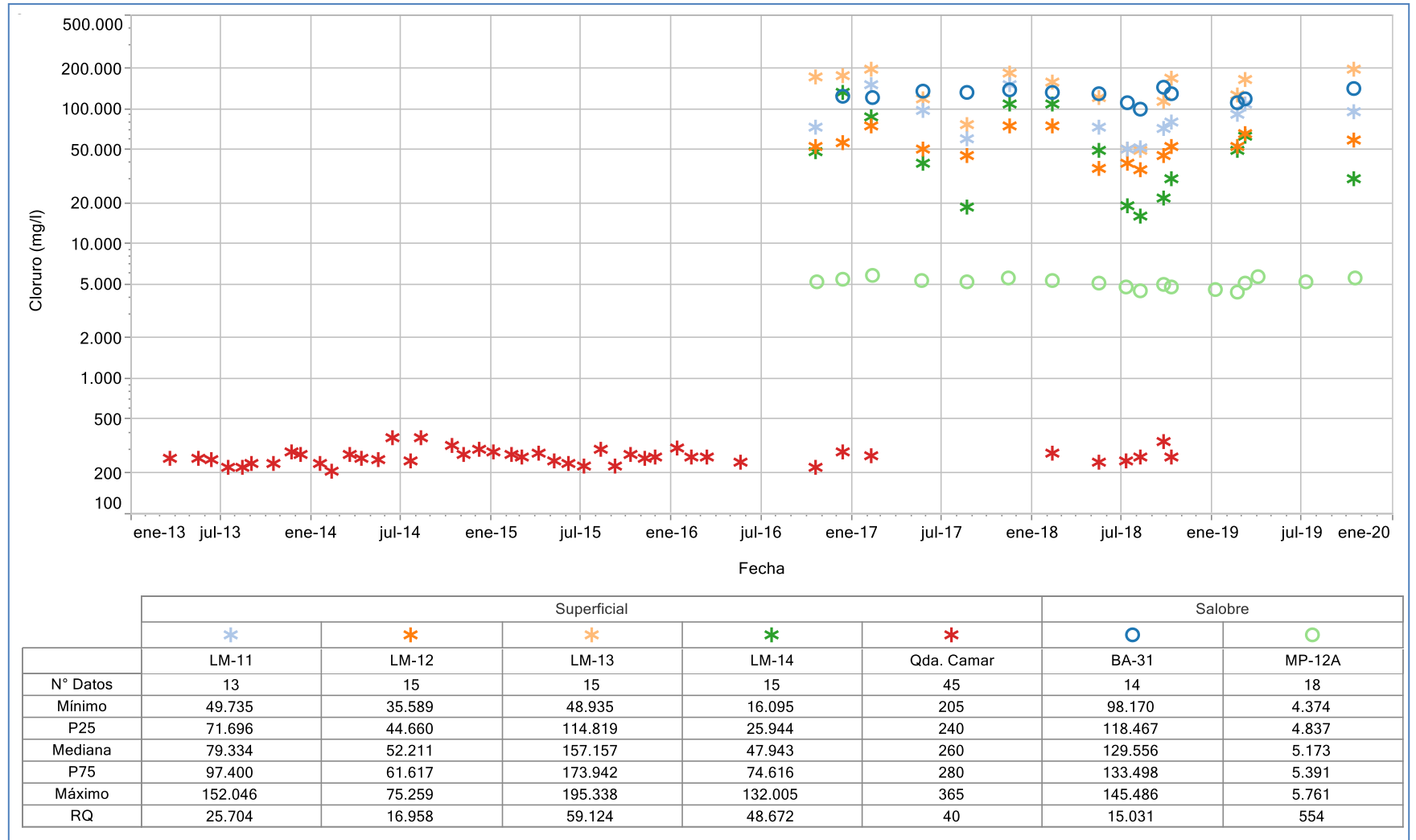
Una característica común a los 4 cationes considerados y que también se observa en los aniones es que las lagunas presentan los mayores contenidos o concentraciones, mientras que la quebrada presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas subterráneas someras.

Para el caso del **Calcio**, en general para el 2019 se observa que todos los puntos se comportan de manera estable y dentro de los rangos históricos. Las aguas de las lagunas muestran un rango bastante amplio que va desde 75 mg/L a 1.222 mg/L, en cambio en la quebrada y pozo somero esta variación va entre 68 mg/L (valor mínimo de Q.Camar) y 757 mg/L (valor máximo BA-31). En la Figura 5-202, se aprecia que la variación temporal del Calcio es estable sin evidencia de comportamiento estacional. El pozo MP12-A de aguas someras tiene un registro que lo ubica más cercano a las aguas superficiales de la quebrada, de 147 mg/L de mediana actual, siendo este más estable que las concentraciones observadas en las lagunas.

Las concentraciones de **Magnesio**, Figura 5-204 demuestran dos grupos de aguas, las correspondientes a la quebrada y MP-12A; y las aguas superficiales de las lagunas con el punto BA-31. Las primeras muestran un comportamiento estable en el tiempo, sin variaciones significativas, con un valor medio de 222 mg/L de mediana para MP-12A. En cambio las segundas muestran mayor variabilidad, los registros medios oscilan entre los 2.061 mg/L en el LM-14 a 5.920 mg/L en el LM-13.

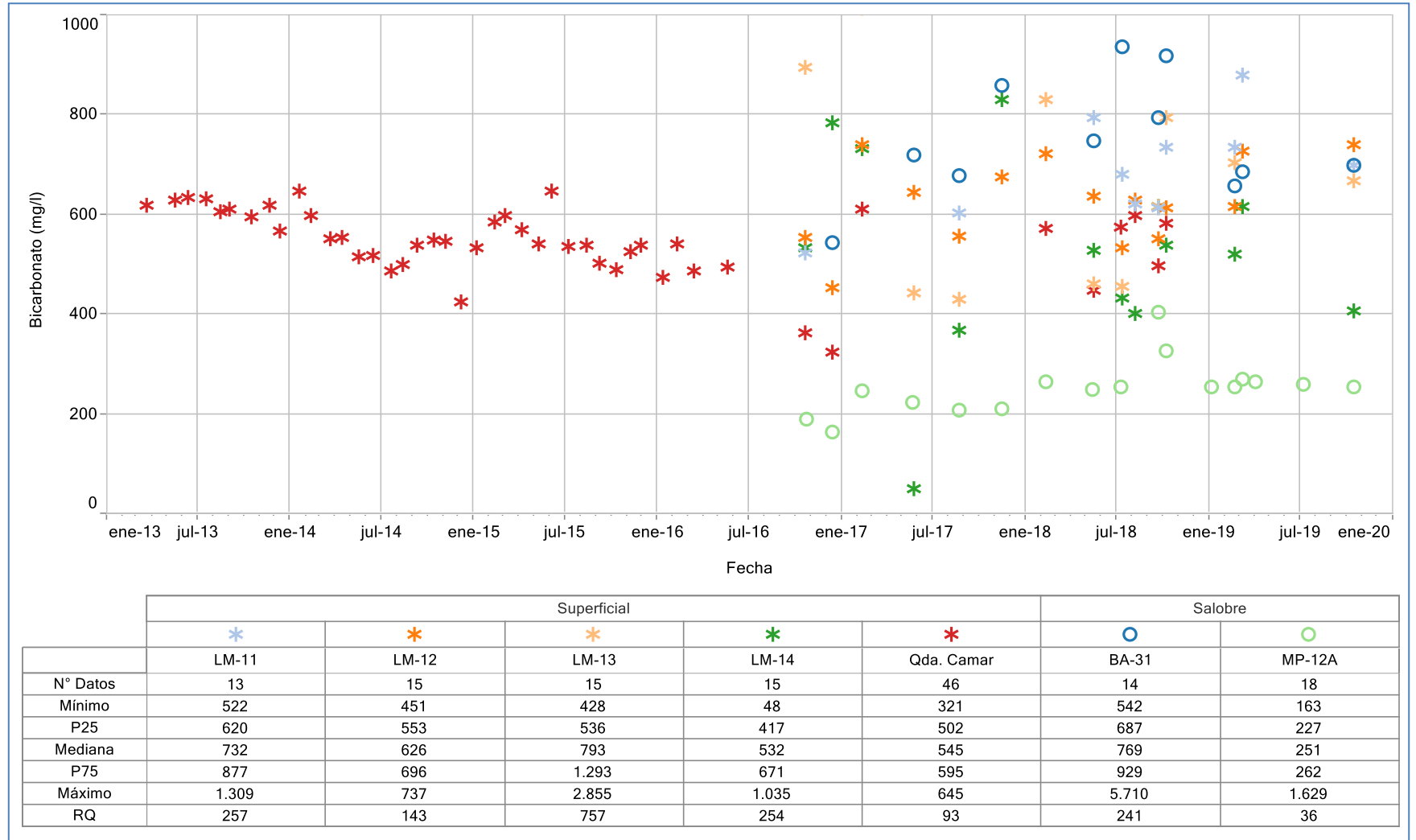
En todos los elementos mayoritarios las aguas de las lagunas presentan mayores concentraciones lo que resulta concordante con el proceso de evaporación a la cual se ven expuestas las aguas de dichos cuerpos de agua. De la evolución temporal, se observa que los valores medidos en el 2018, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se encuentran en el comportamiento histórico.

Figura 5-198 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



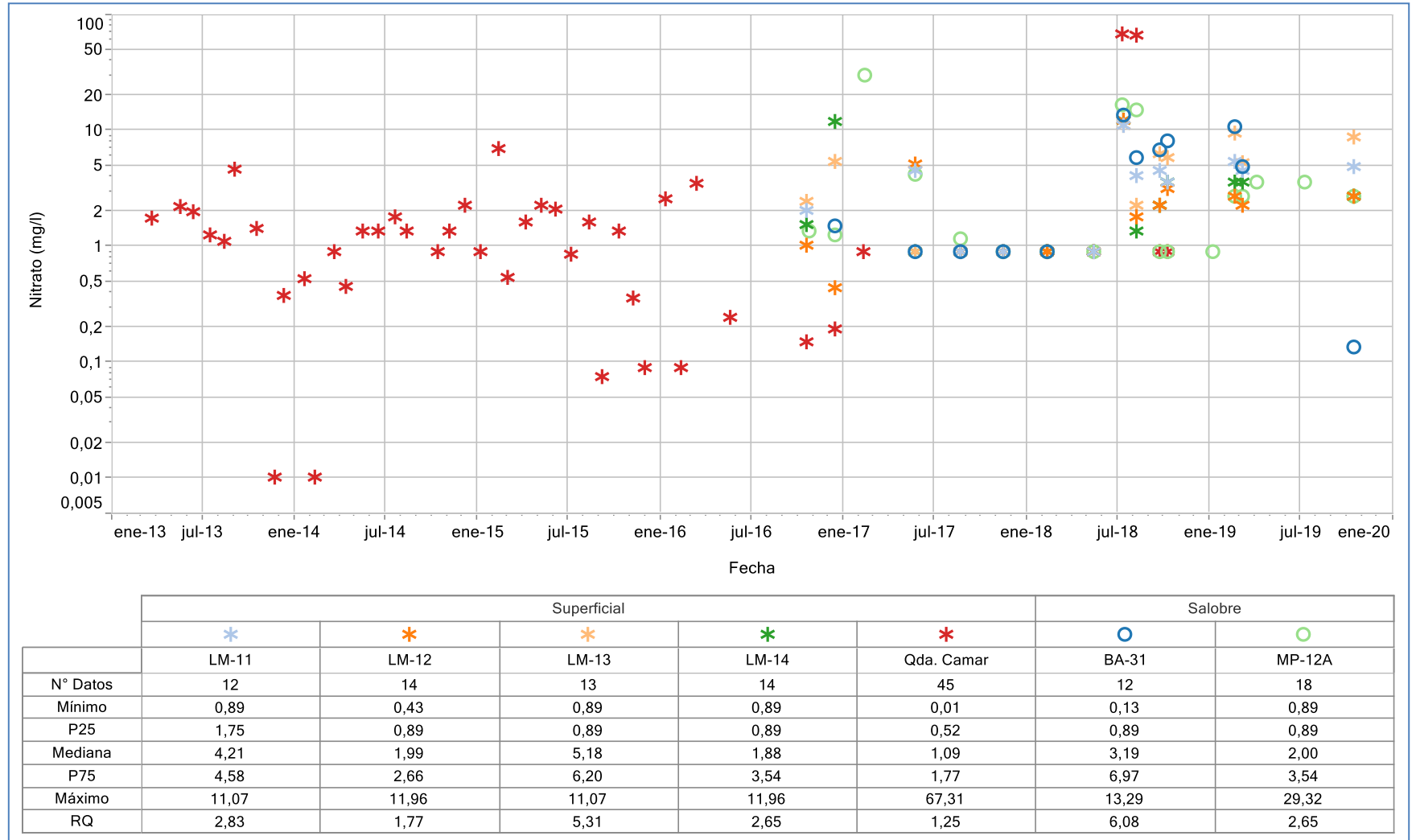
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-199 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



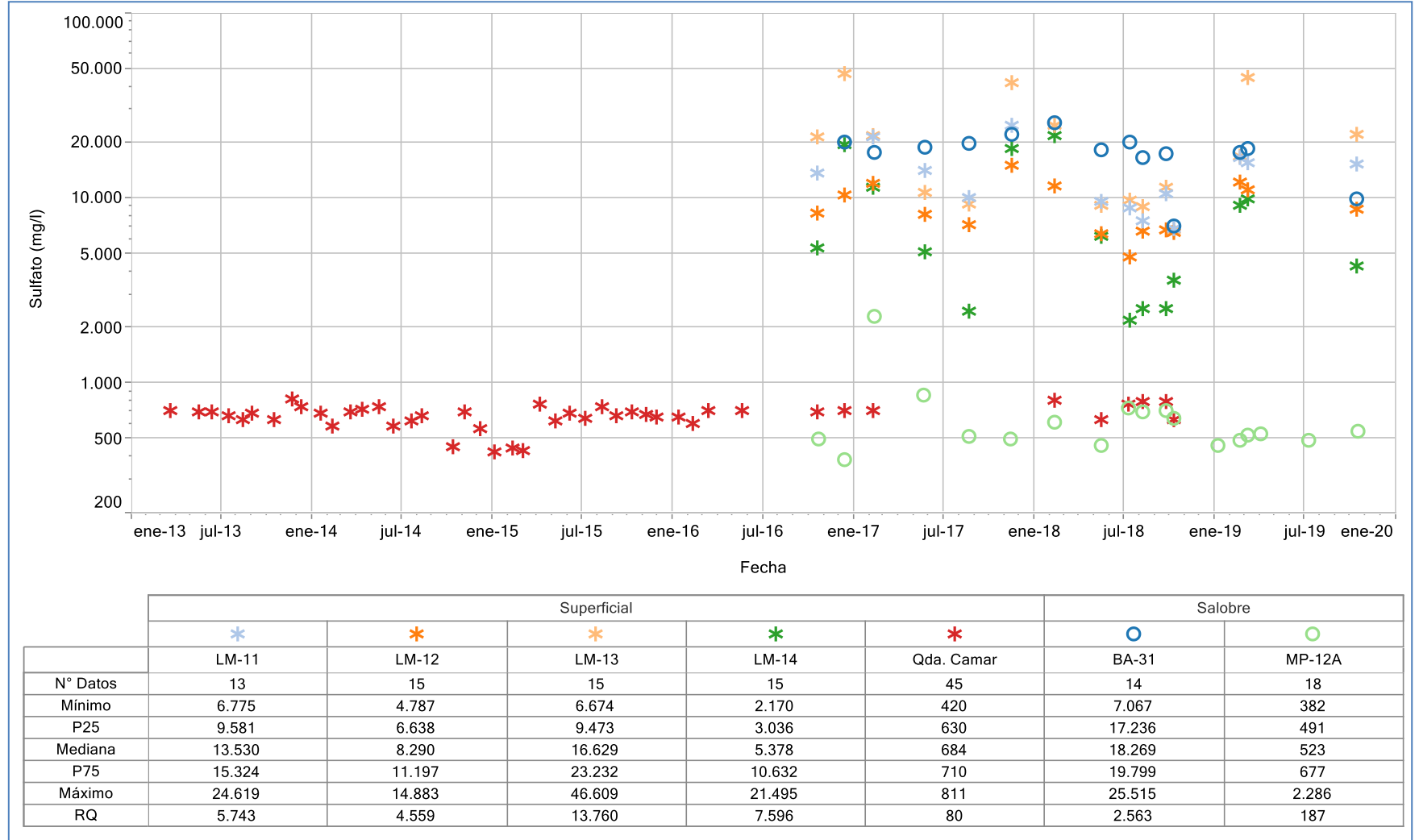
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-200 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



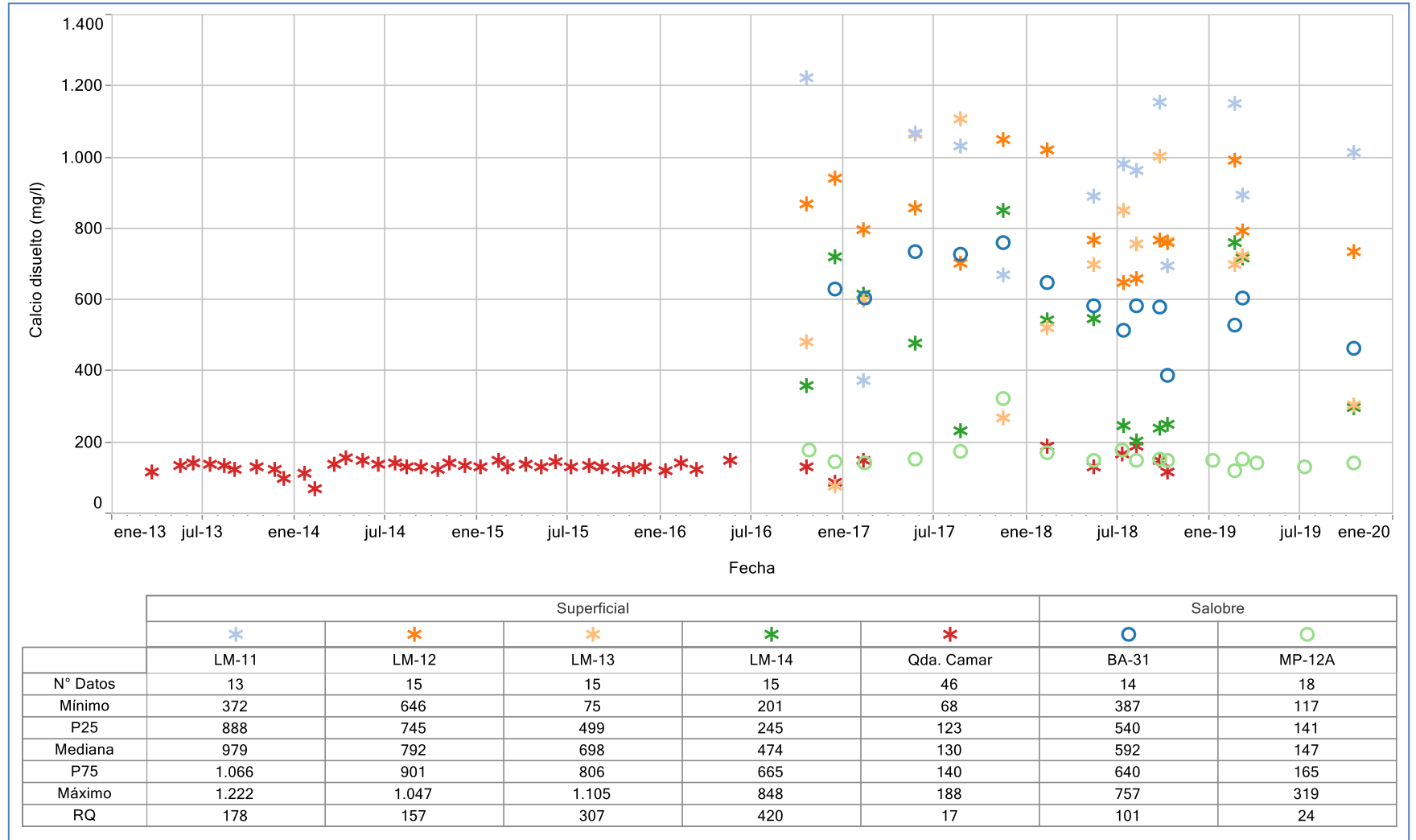
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-201 Variación Temporal: SO4 en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



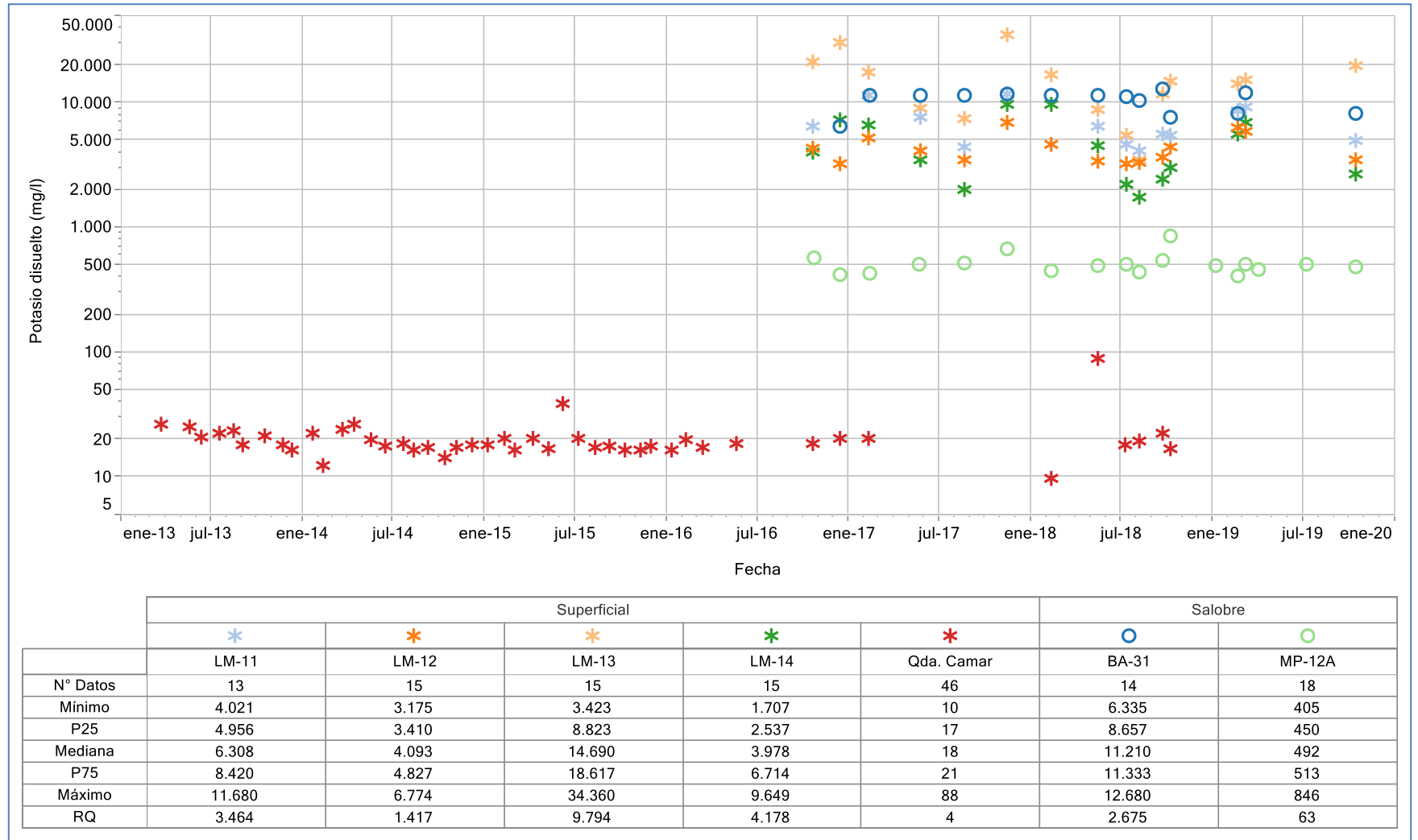
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-202 Variación Temporal: Ca en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



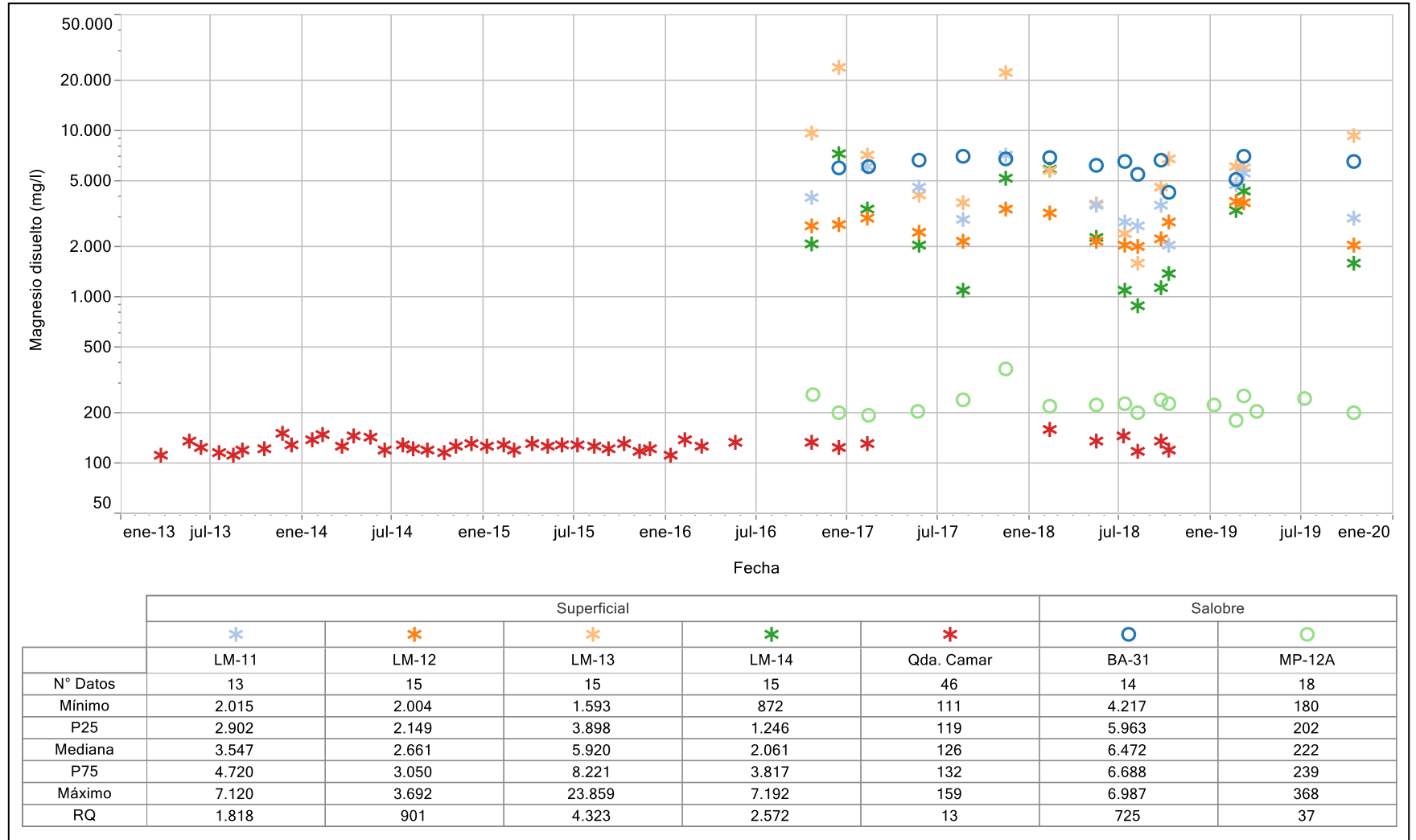
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-203 Variación Temporal: K en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



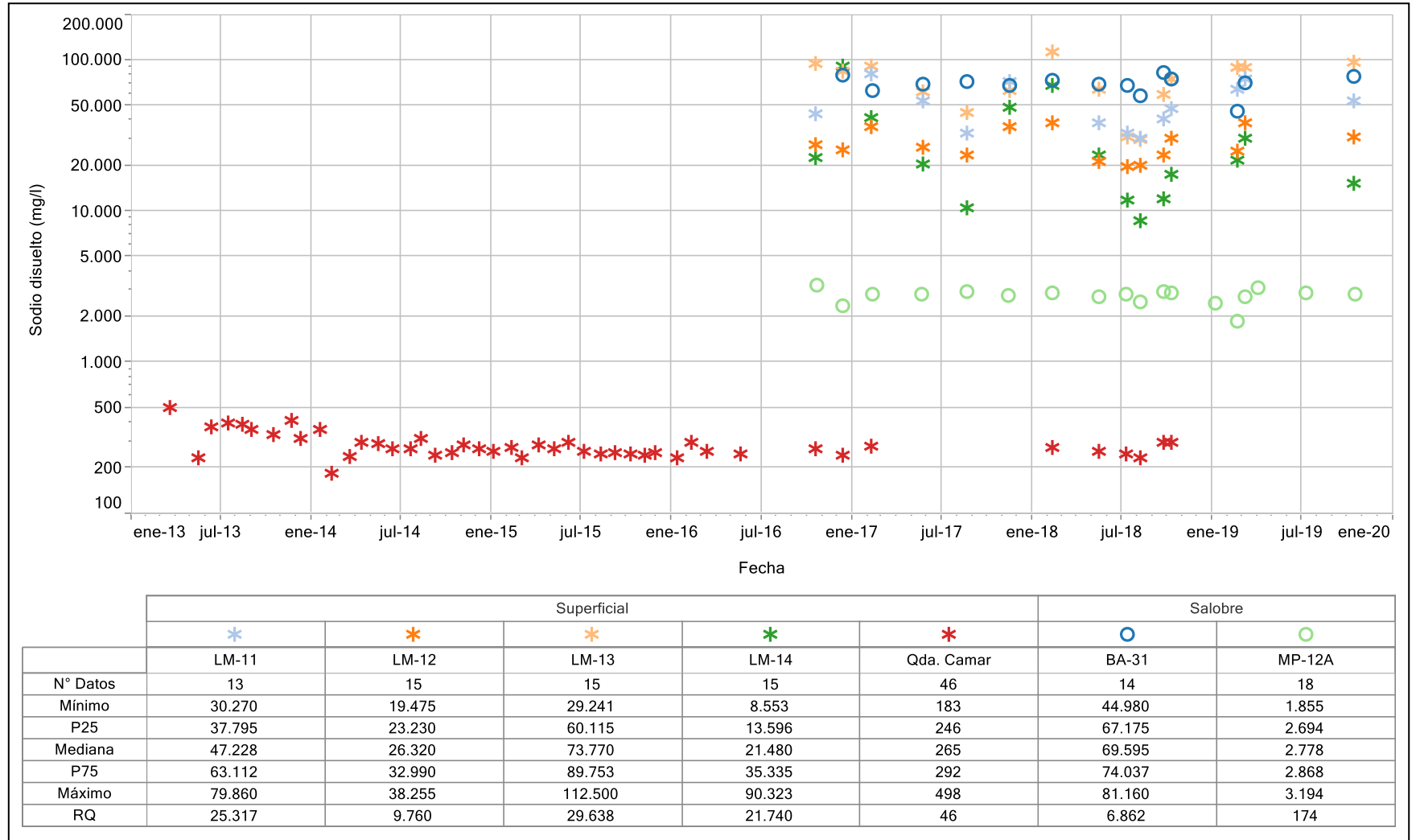
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-204 Variación Temporal: Mg en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-205 Variación Temporal: Na en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este

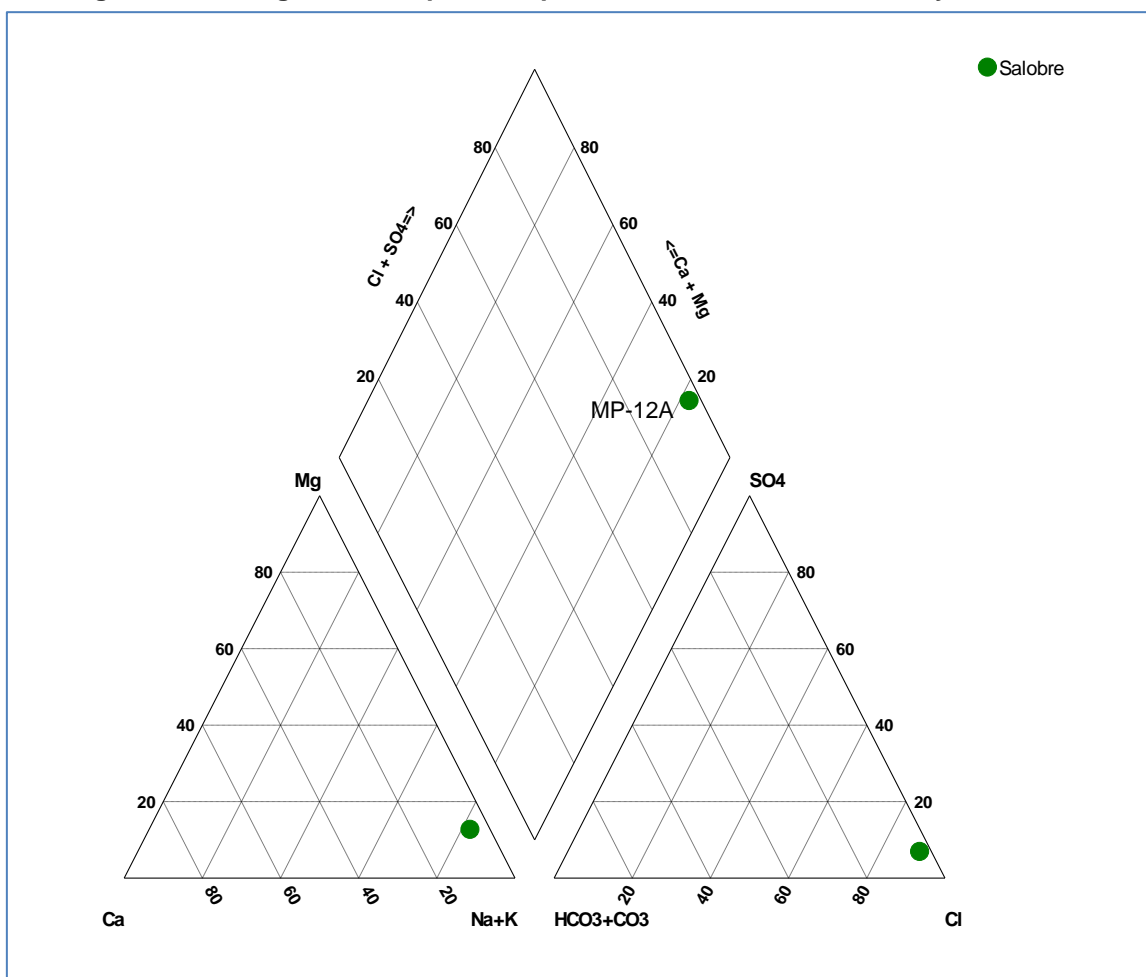


Fuente: Elaboración propia.

Desde las Figura 5-206 a la Figura 5-211, se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas de enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre 2019. Las aguas de este sector, representadas por el pozo MP-12A, resultan mantenerse en el tipo cloruradas sódicas, como se han clasificado históricamente.

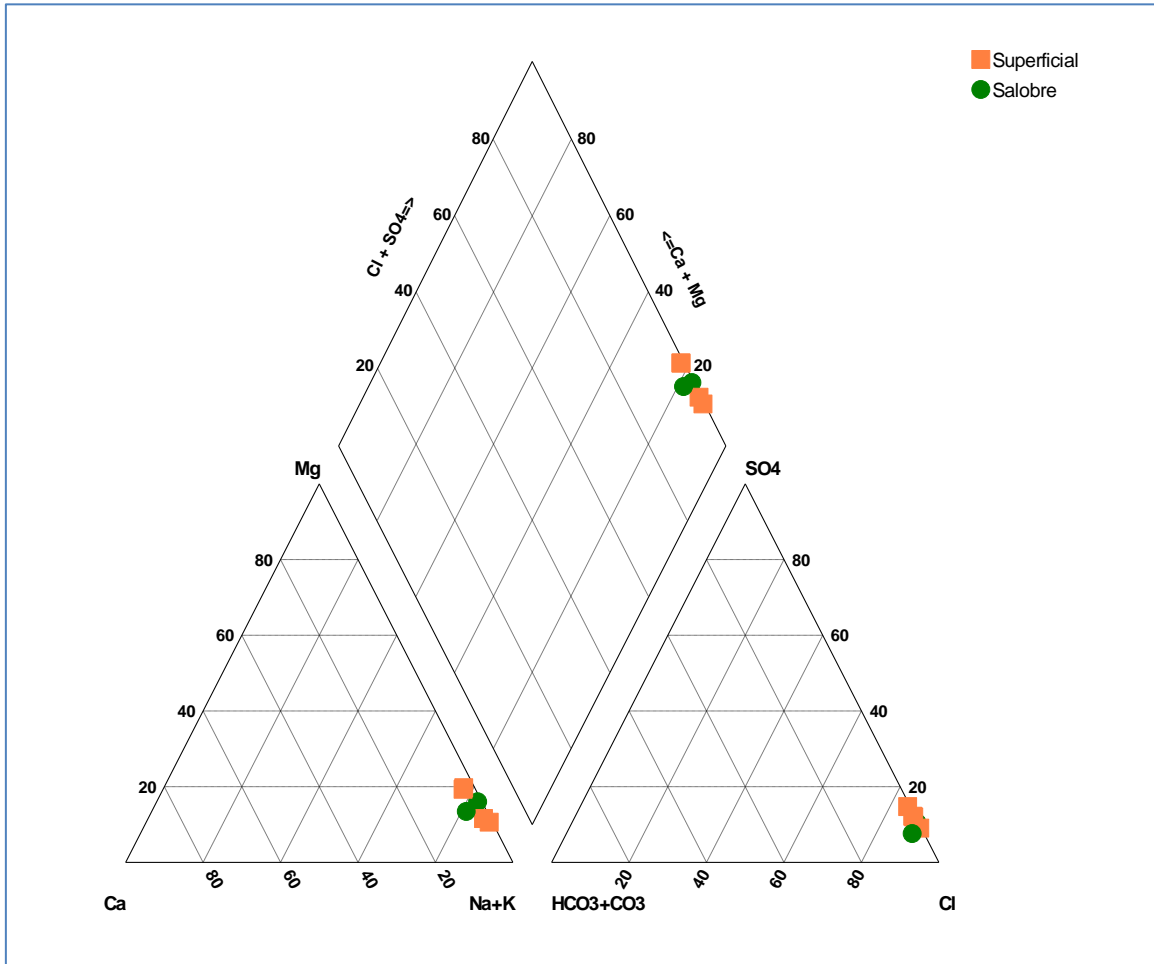
Las aguas superficiales también resultan ser en el 2019 del tipo cloruradas sódicas, éstas son las aguas superficiales de las Lagunas (LM-XX) y tal como se vió en Sector Peine, similar a la Vertiente Peine analizada en dicho Sector. Quebrada Camar, no se pudo medir en todo el 2019, por no autorización de la Comunidad, sin embargo hasta el 2018 presentaba aguas del mismo tipo que vertiente Peine.

Figura 5-206 Diagrama de Piper, Campaña Enero 2019, Sector Norte y Borde Este



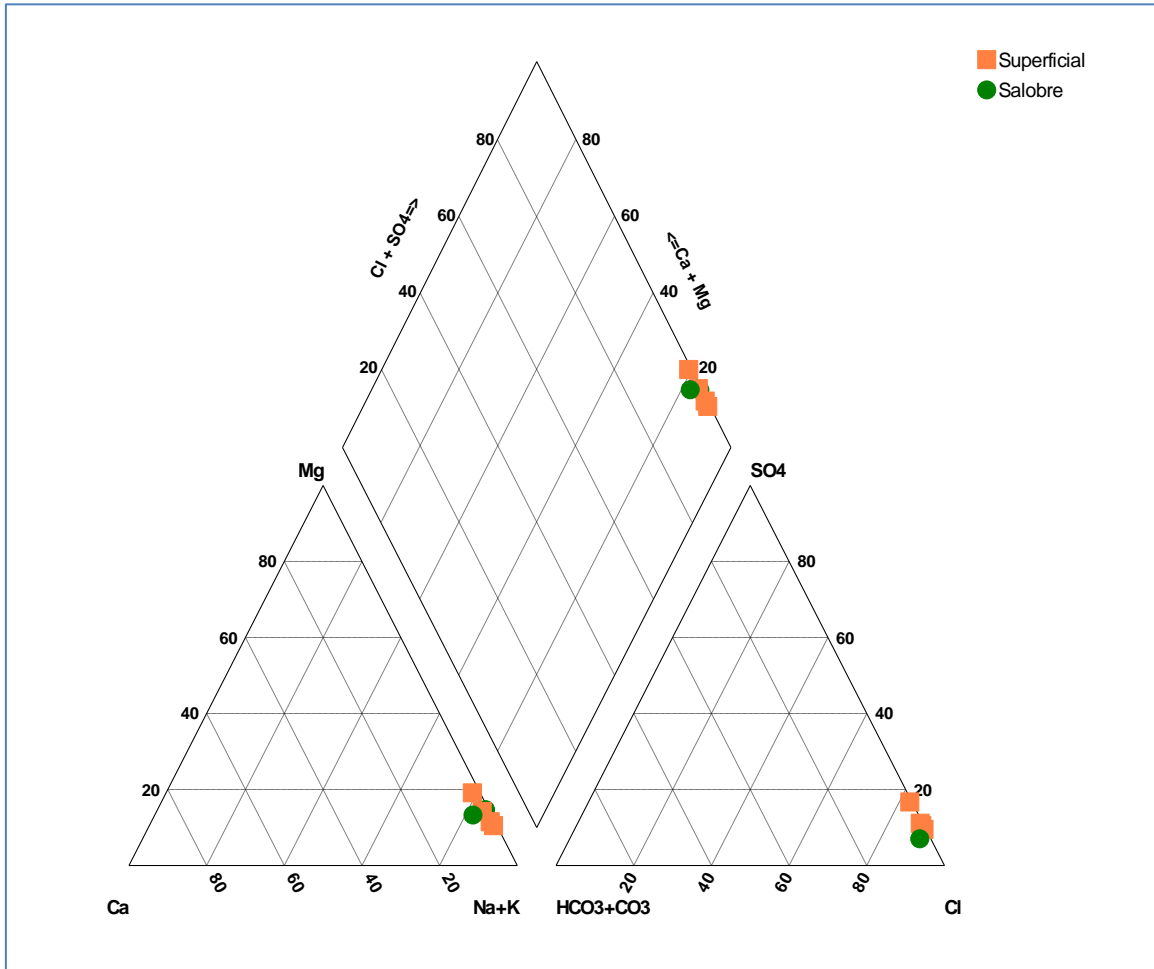
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-207 Diagrama de Piper, Campaña Febrero 2019, Sector Norte y Borde Este



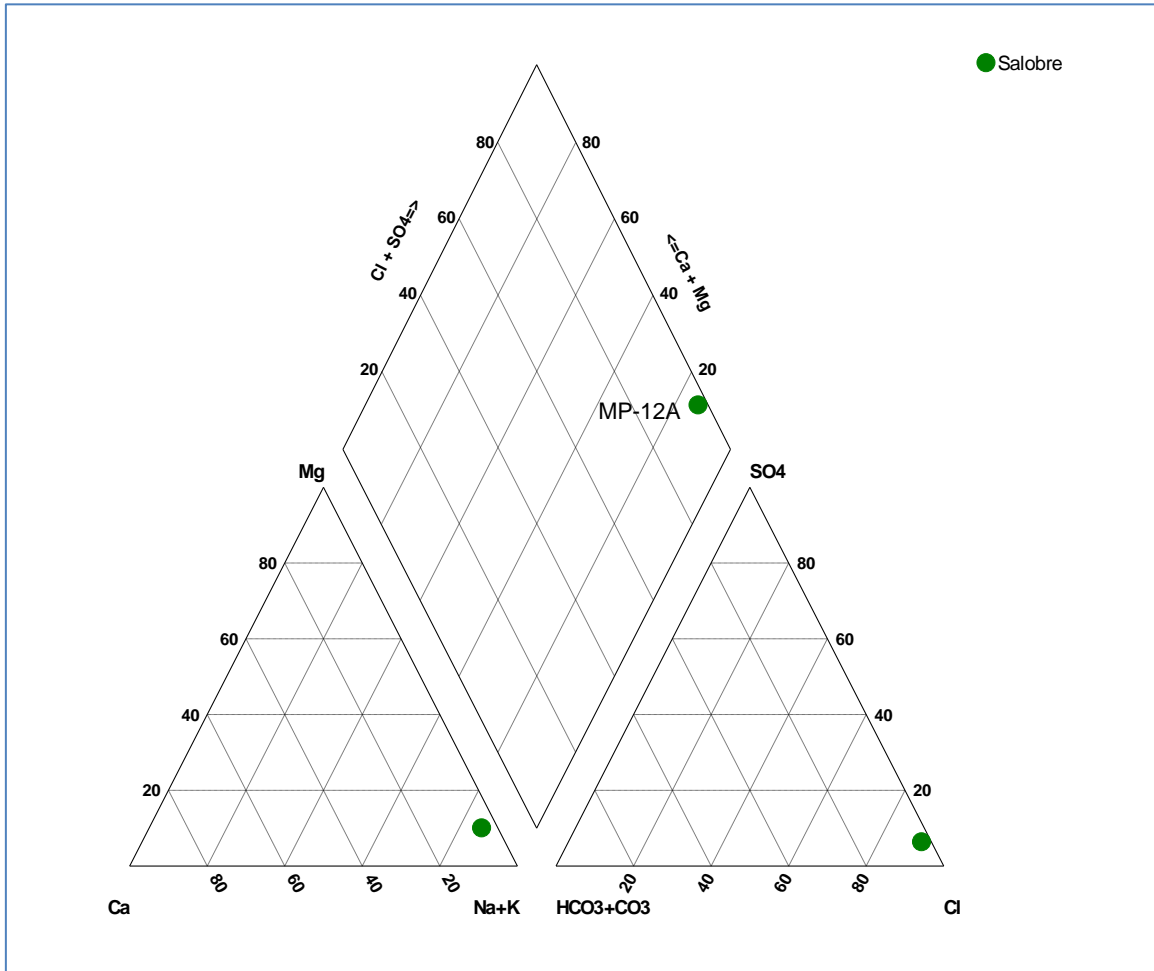
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-208 Diagrama de Piper, Campaña Marzo 2019, Sector Norte y Borde Este



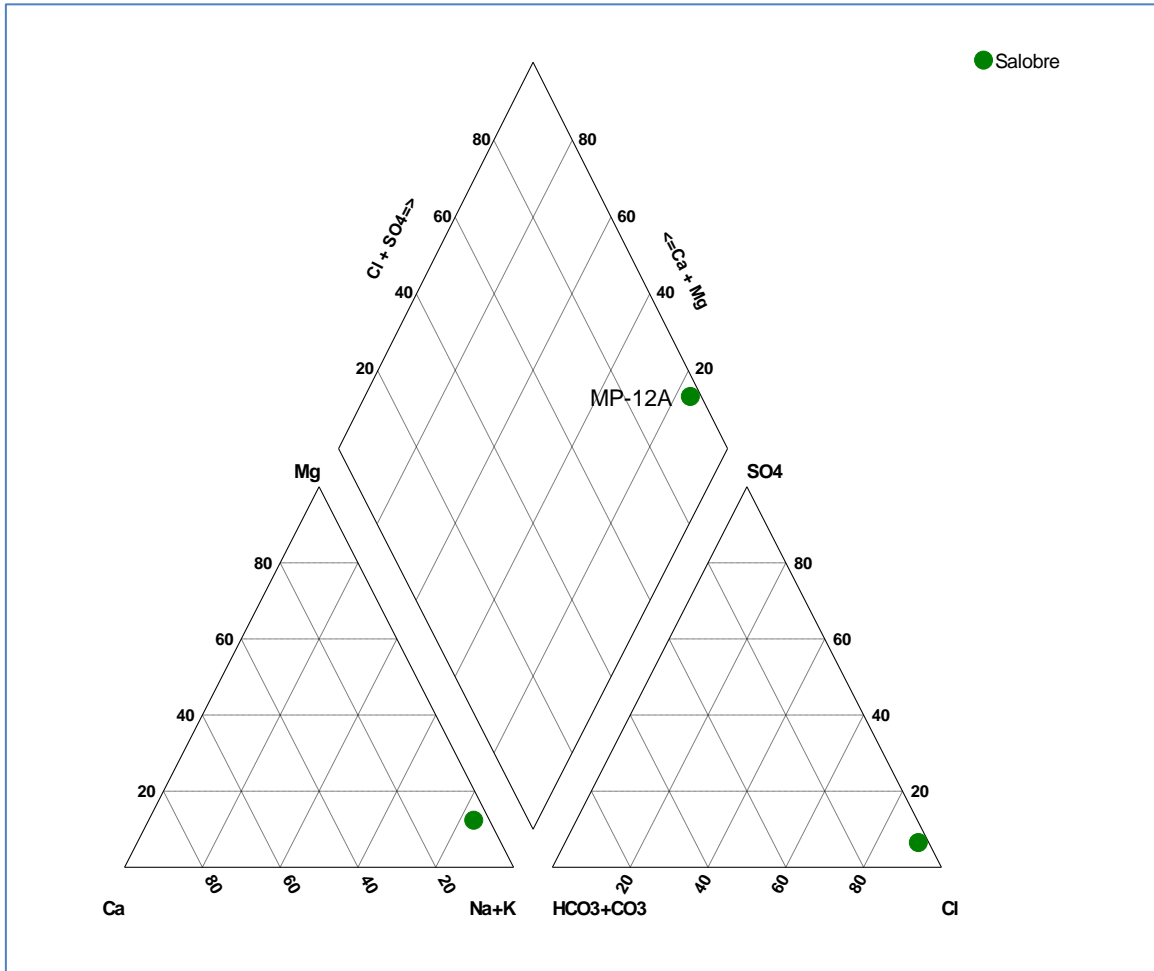
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-209 Diagrama de Piper, Campaña Abril 2019, Sector Norte y Borde Este



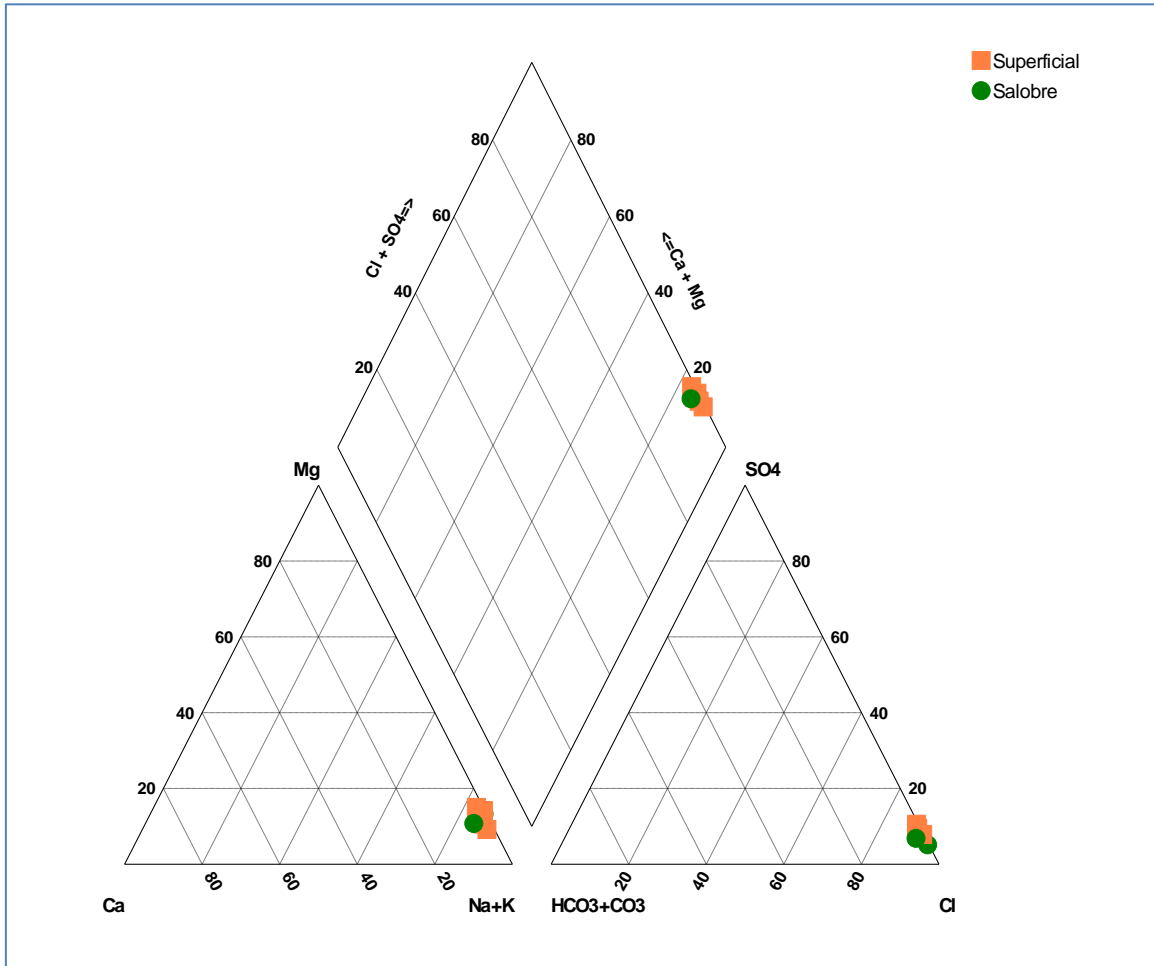
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-210 Diagrama de Piper, Campaña Julio 2019, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-211 Diagrama de Piper, Campaña Octubre 2019, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K), y en las Figuras siguientes, se presentan la evolución temporal en el periodo 2013-2019 y los estadígrafos de la serie, respectivamente. En términos generales se aprecia que el comportamiento de aquellos que cuentan con información en dicho periodo muestran tendencias muy estables y para el 2019 se observa sólo el Calcio total con una tendencia a la baja de los valores entre enero a diciembre 2019.

Los valores de **Calcio total**, Figura 5-212, en las aguas de las lagunas tienen un rango bastante amplio, cuyos valores medios van desde 479 mg/L en LM-14 y 1.024 mg/L en LM-11, valores mayores a los valores de las Qda. Camar y aguas subterráneas someras, por lo que se aprecia una diferenciación entre las aguas respecto de este elemento.

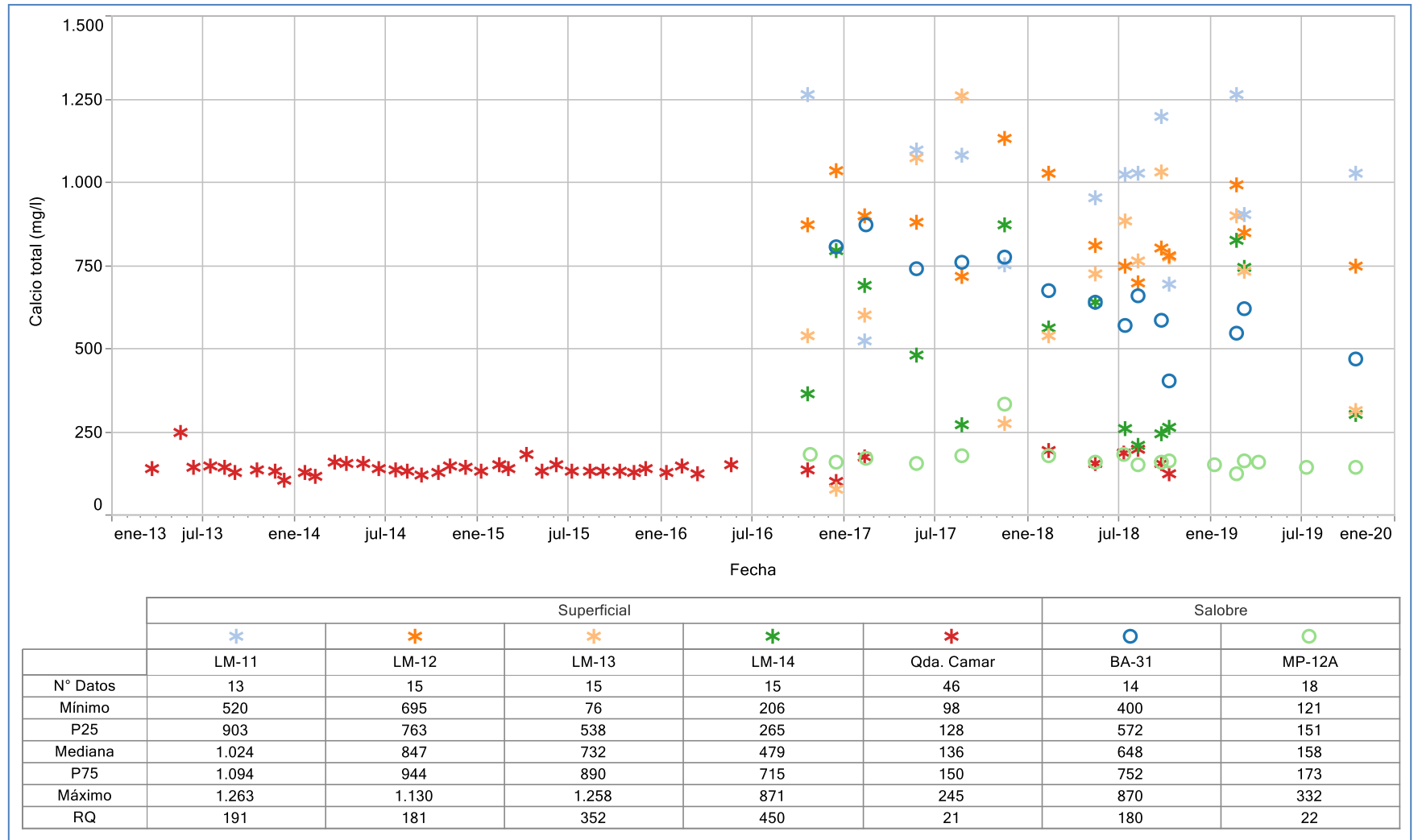
En cuanto al **Potasio total**, Figura 5-213, el punto LM-13 presenta mayores concentraciones al de los otros puntos de las lagunas. Las aguas subterráneas también presentan un comportamiento que llama la atención por cuanto en el caso de MP-12A tiene un registro en la mediana de 510 mg/L y el pozo BA-31 tiene una mediana de 11.350 mg/L, siendo ambos aguas subterráneas someras, pero separados una distancia mayor a 20 km. La Quebrada Camar, presenta concentraciones muy bajas previas al 2019, respecto a los otros puntos de este sector.

El **Magnesio total**, Figura 5-214, presenta unos valores diferentes también, por cuanto las aguas de las lagunas van entre 900 mg/L y 24.831 mg/L y la de la quebrada están entre 112 mg/L y 161 mg/L. El agua subterránea somera representada por el pozo MP-12A es más cercana en concentración a la quebrada. El punto LM-13, de la misma manera que en otros elementos, presenta registros mayores a los otros, con concentraciones medias de 6.036 mg/L.

En cuanto al **Sodio**, Figura 5-215, los datos muestran concordancia con los otros elementos que han sido comentados en este sector, esto es, que los puntos muestran un comportamiento estable y que los registros del año 2019 se encuentran dentro de dicho comportamiento histórico. Los registros de las lagunas y del agua subterránea presentan valores muy altos respecto de los históricos de los otros puntos. Las aguas de la Qda. Camar, presenta concentraciones en el rango de 202 mg/L y 512 mg/L, mientras que las lagunas presentan el rango de 8.935 mg/L (LM-14) y 115.200 mg/L (LM-13).

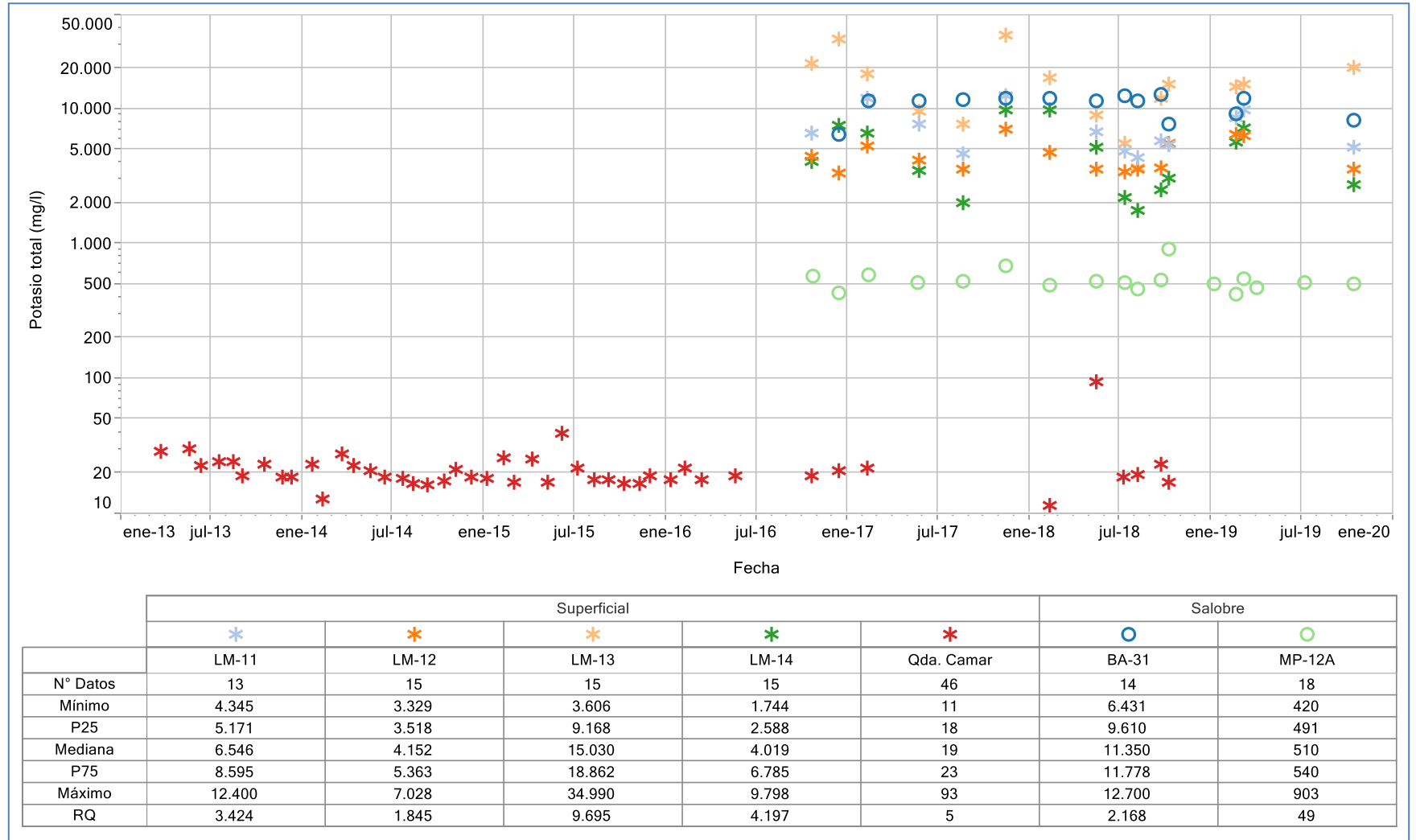
Al mirar los cuatro elementos mayoritarios totales analizados, el Sodio total resulta ser el de mayor concentración presente en las aguas de este sector.

Figura 5-212 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



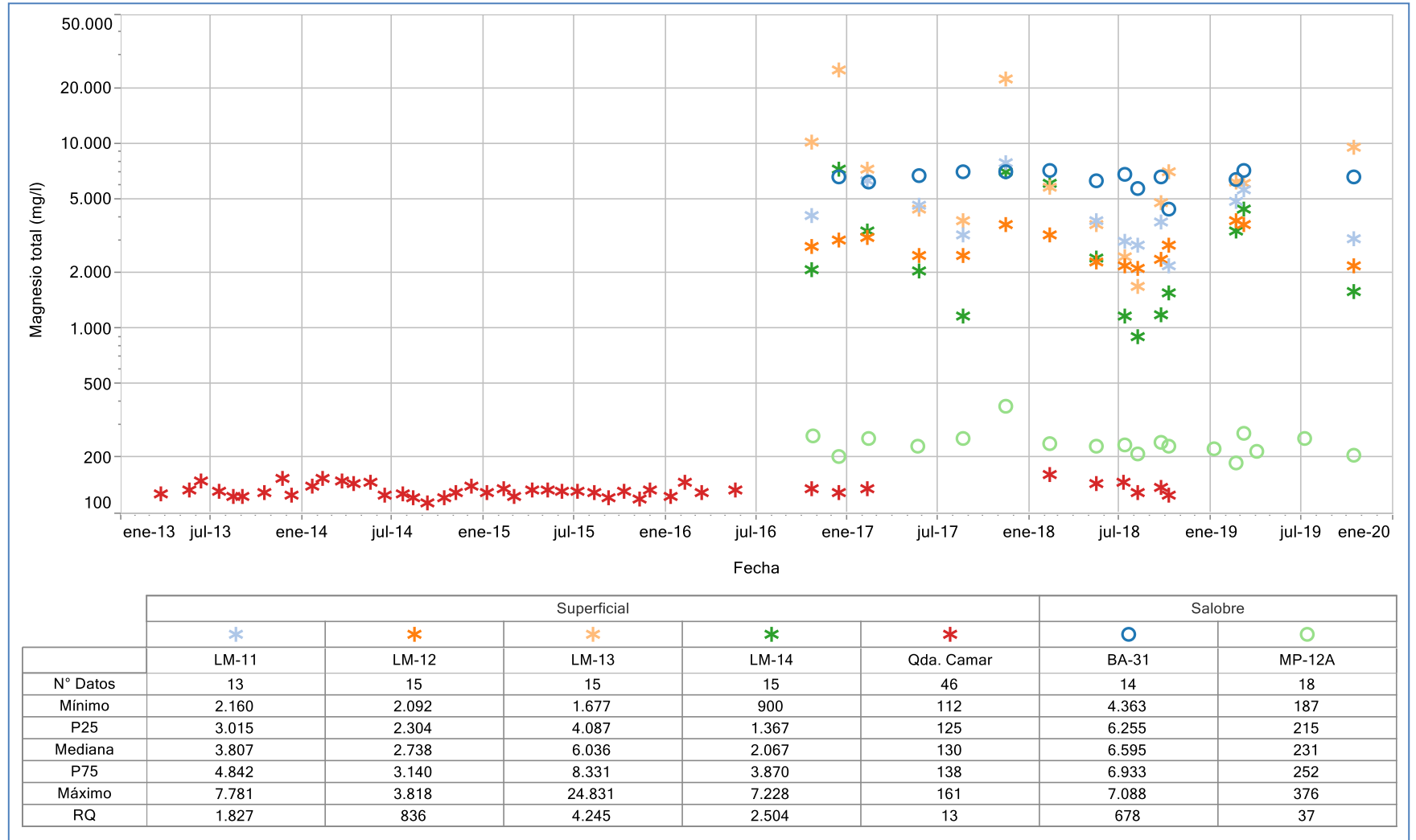
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-213 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



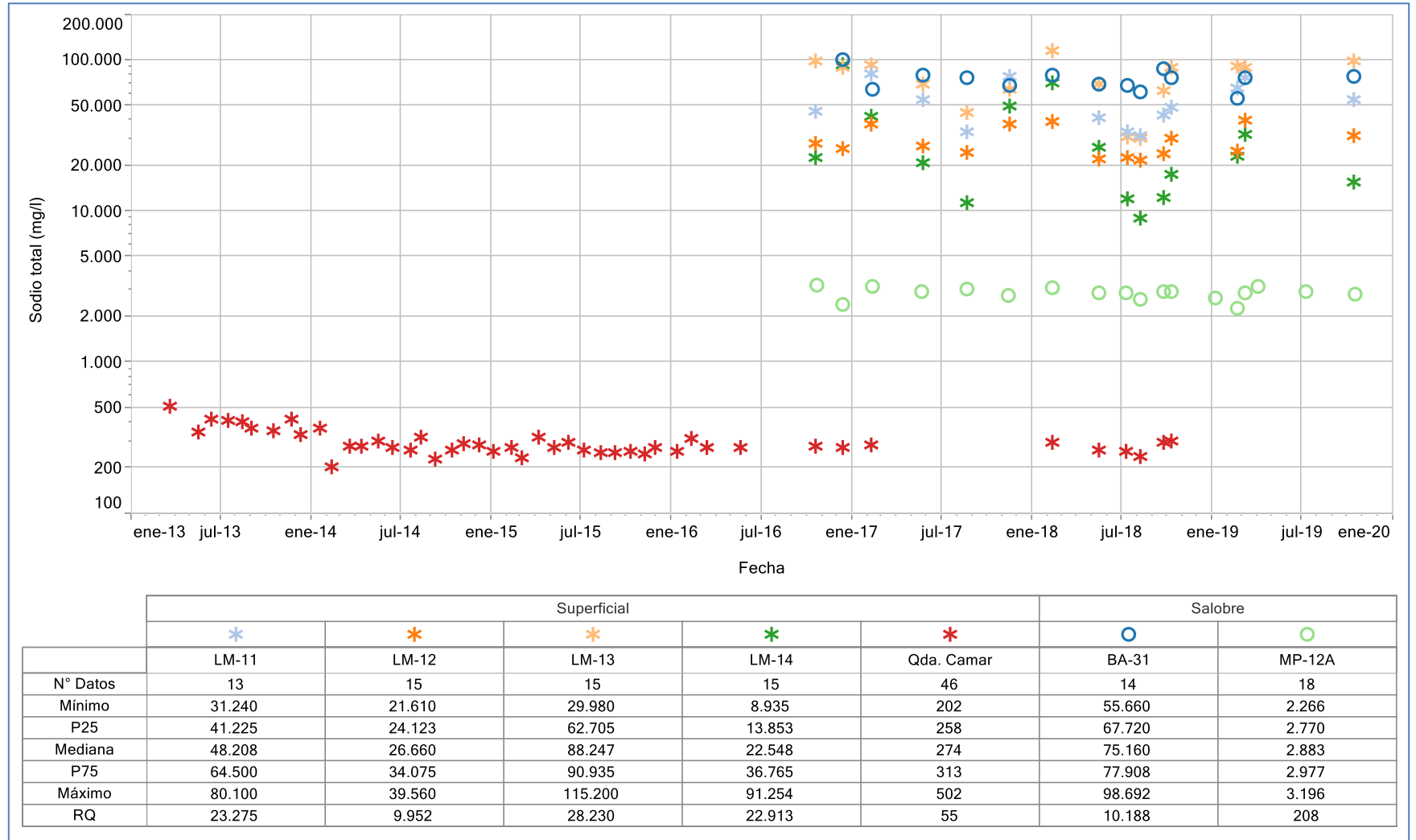
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-214 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-215 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear son el Boro (B), el Litio (Li) y el Estroncio (Sr). En las figuras siguientes se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos y los estadígrafos de la serie registrada, respectivamente. Como ha sido mencionado anteriormente, los elementos Boro y Litio, en el Salar de Atacama y en particular en la zona del Proyecto se presentan con concentraciones relevantes, aun cuando sean categorizados como elementos minoritarios.

En general, se tiene que tanto para el Boro como Litio y Estroncio, los registros de las lagunas son mucho mayores a los registrados históricamente en Qda. Camar, así también para el pozo somero MP-12A.

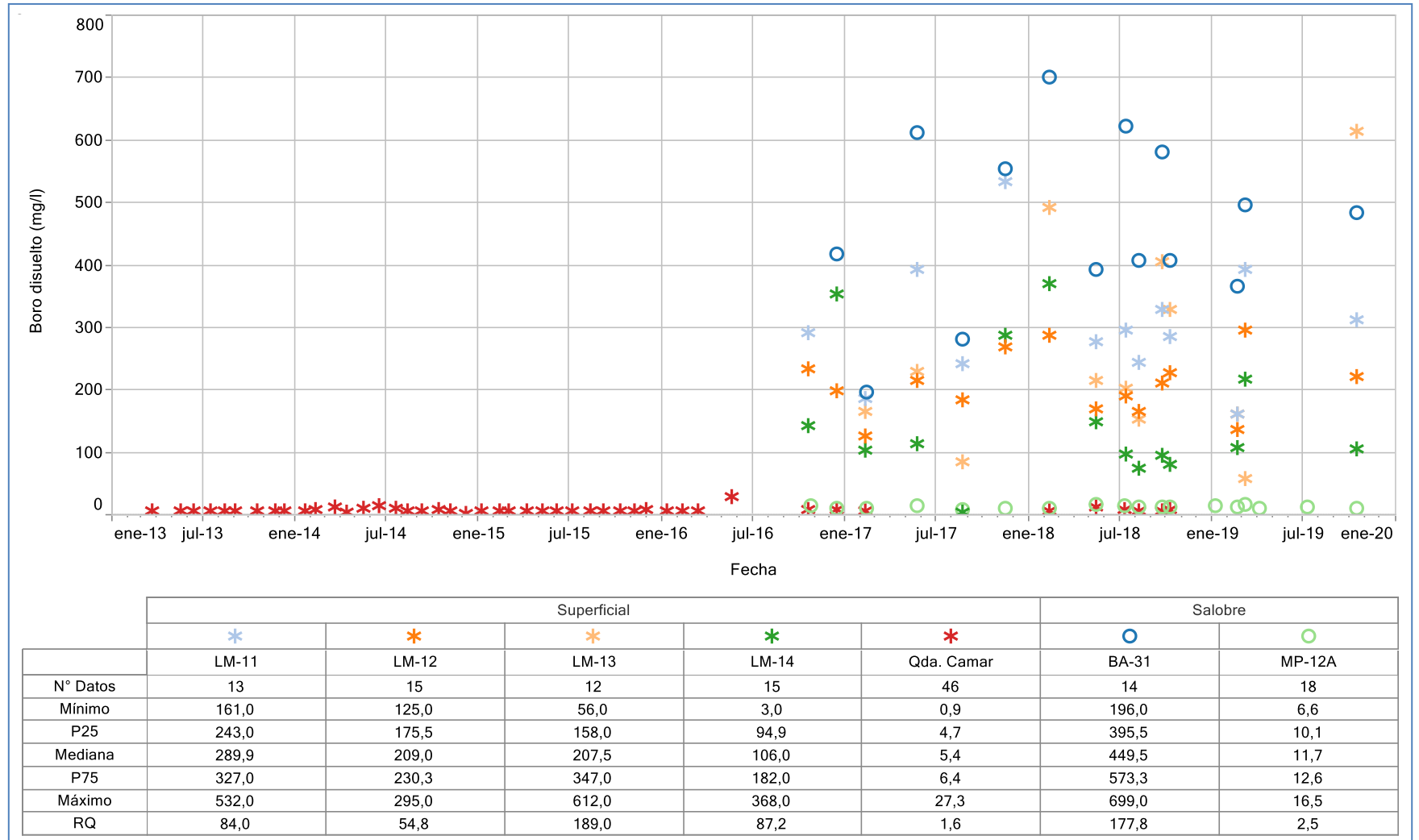
En el caso del **Boro disuelto**, Figura 5-216, el rango dado por las aguas de las lagunas se mantiene similar a las del año 2018. Para la Quebrada Camar se mantiene en rango de 0,9 mg/L a 27,3 mg/L. El valor del Boro del agua subterránea MP-12A se presenta muy similar a la Quebrada Camar. En cuanto a este elemento, se vuelve a presentar que el punto LM-13 es el que tiene los valores más altos y que el pozo BA-31 se acerca más a los valores de las lagunas que al del pozo somero.

Para el caso del **Litio disuelto**, Figura 5-217, todos los valores del 2019 se presentan estables. Para este elemento, es posible indicar que se aprecian tres grupos de calidades, aquella con valores efectivamente bajas, puntos Qda Camar; punto con valor intermedio es MP-12A; las lagunas con valores por sobre los 100 mg/L y el pozo BA-31 muy similares a las lagunas.

Finalmente, el **Estroncio disuelto**, Figura 5-218, es el de los tres elementos minoritarios analizados el que presenta valores de concentración más bajos, desde un rango de 0,47 (LM-13) mg/L a 54,5 (LM-11) mg/L. Todos los puntos presentan para el año 2019, valores dentro del rango histórico.

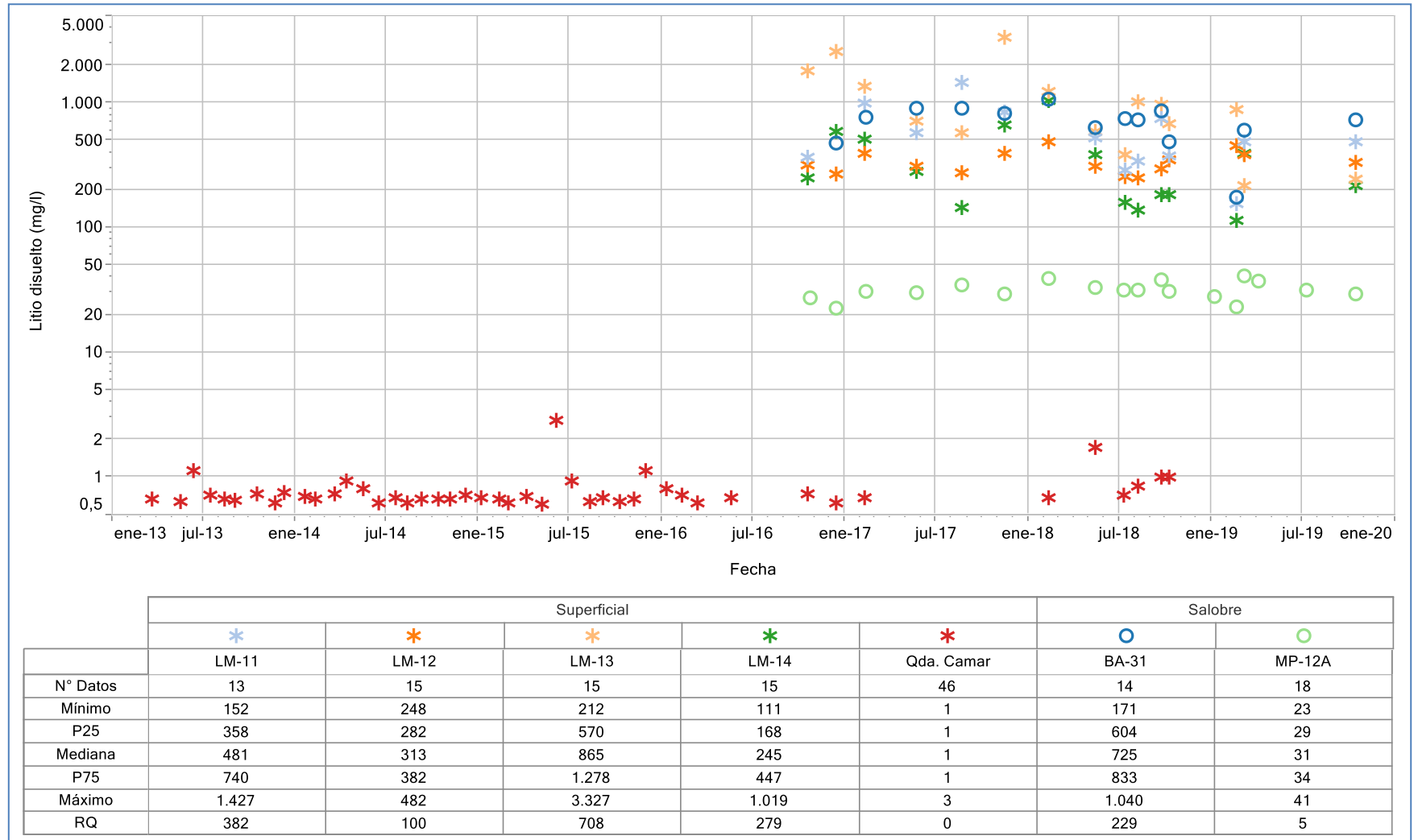
En este grupo de elementos, el predominante resulta ser el Litio, en particular en las aguas de las lagunas, lo que es concordante con todo el comportamiento que han mostrado todos los elementos en este sector, atendiendo al proceso de evaporación al cual se ven expuestas las aguas de estos cuerpos.

Figura 5-216 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



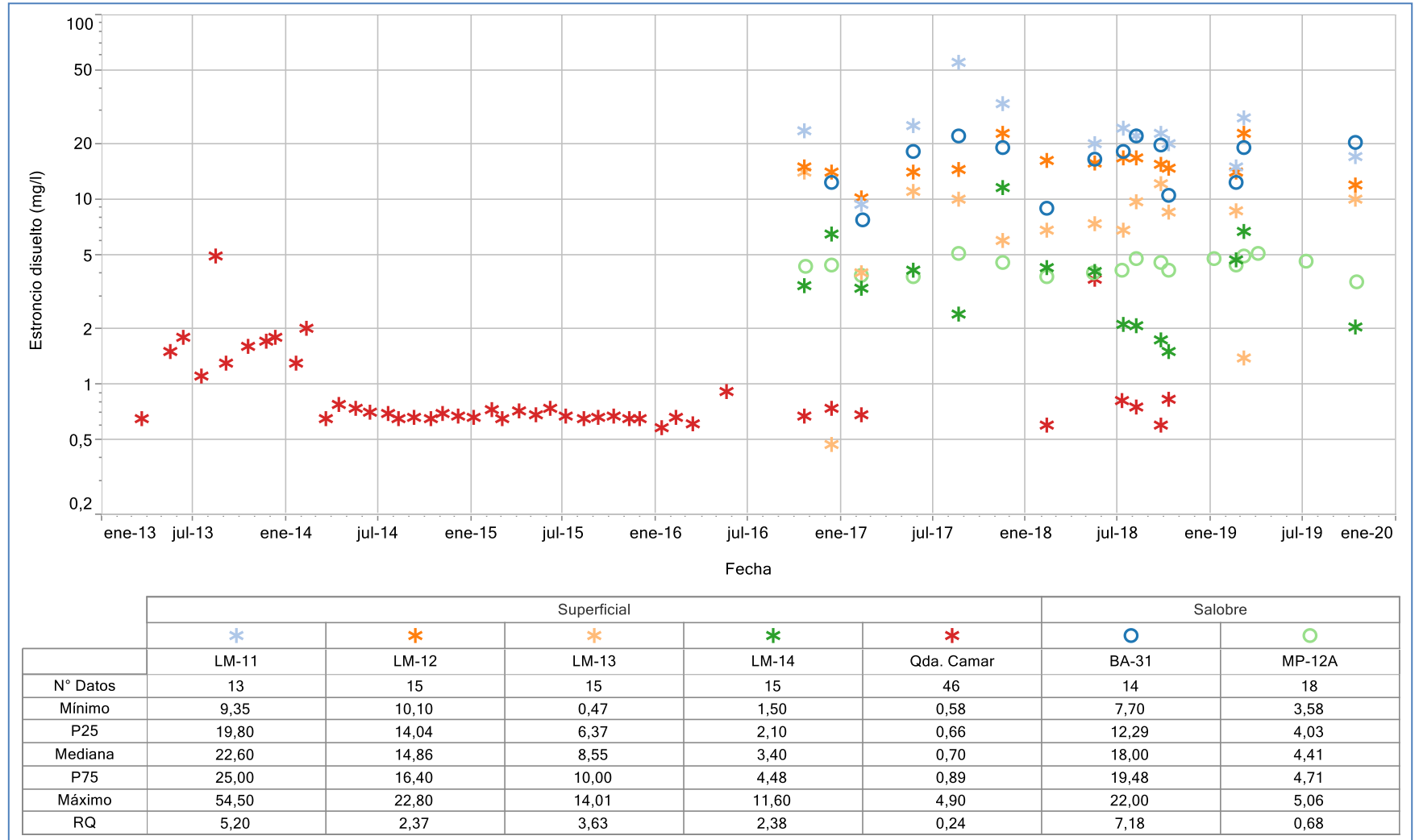
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-217 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-218 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran: Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Hierro (Fe), Litio (Li), Silicio (Si) y Estroncio (Sr). En las figuras siguientes se presentan la gráfica de la variación temporal de cada uno de ellos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada (2013-2019).

El **Aluminio** y el **Hierro** presentan concentraciones bajas comparadas con los otros elementos. Para estos elementos los puntos que monitorean aguas subterráneas someras presentan valores similares a los de las lagunas, presentando valores mínimos por debajo del límite de detección del laboratorio. El agua de la Qda. Camar, para los elementos Aluminio, Arsénico y Hierro presentan igualmente valores menores o iguales a los del límite de detección del laboratorio y los valores máximos se mantienen dentro de los registros históricos.

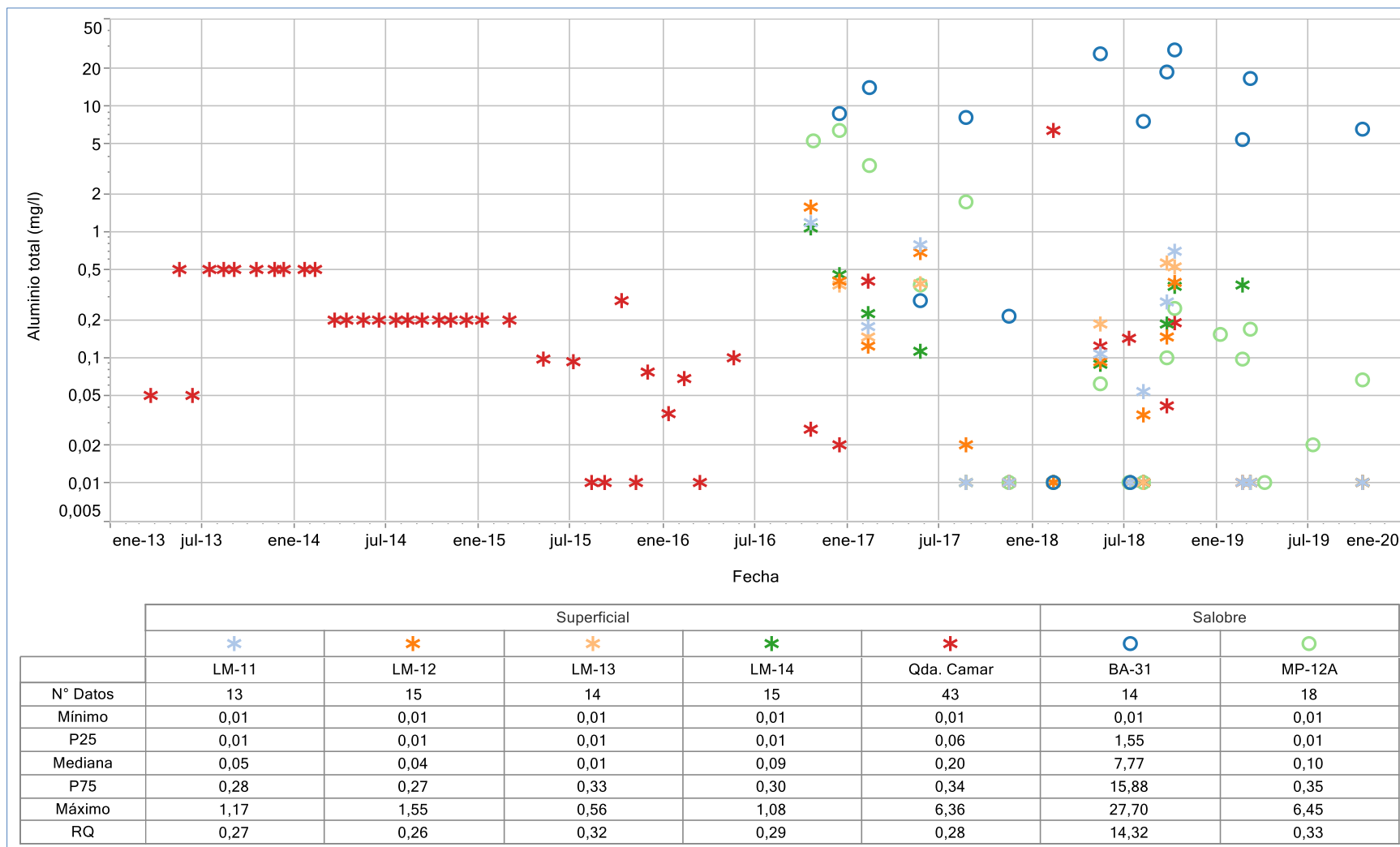
El **Hierro total**, Figura 5-222, es un elemento muy poco presente en las aguas de las lagunas. Los puntos con mayores concentraciones son BA-31 y MP-12A. El **Boro** representa las mayores cantidades, principalmente en las lagunas, desde 6 mg/L (LM-14) a 1.451 mg/L en LM-13, disminuyendo para la Quebrada Camar con valores intermedios. De los datos registrados en el 2019, éstos se mantienen dentro del orden de los registros históricos.

De estos cuatro elementos es posible indicar que el Litio es que predomina en las aguas de este sector, siendo las lagunas las más expuestas a evaporación y por tanto con mayores concentraciones.

El **Litio total** se encuentra presente en la cuenca en altos contenidos, en particular en las lagunas, y menos presente en las aguas de la Qda. Camar. Los puntos LM-11 y LM-13 son los que presentan las mayores concentraciones. El pozo BA-31 se acerca mucho a los valores registrados en las lagunas, con un valor máximo de 1.079 mg/L. En cuanto al **Silicio total**, las concentraciones se mantienen respecto a años previos, presentando para la fecha en las lagunas valores desde 4,2 mg/L y 69,3 mg/L, y para el pozo BA-31 desde 0,97 hasta 27,2 mg/L, Figura 5-224.

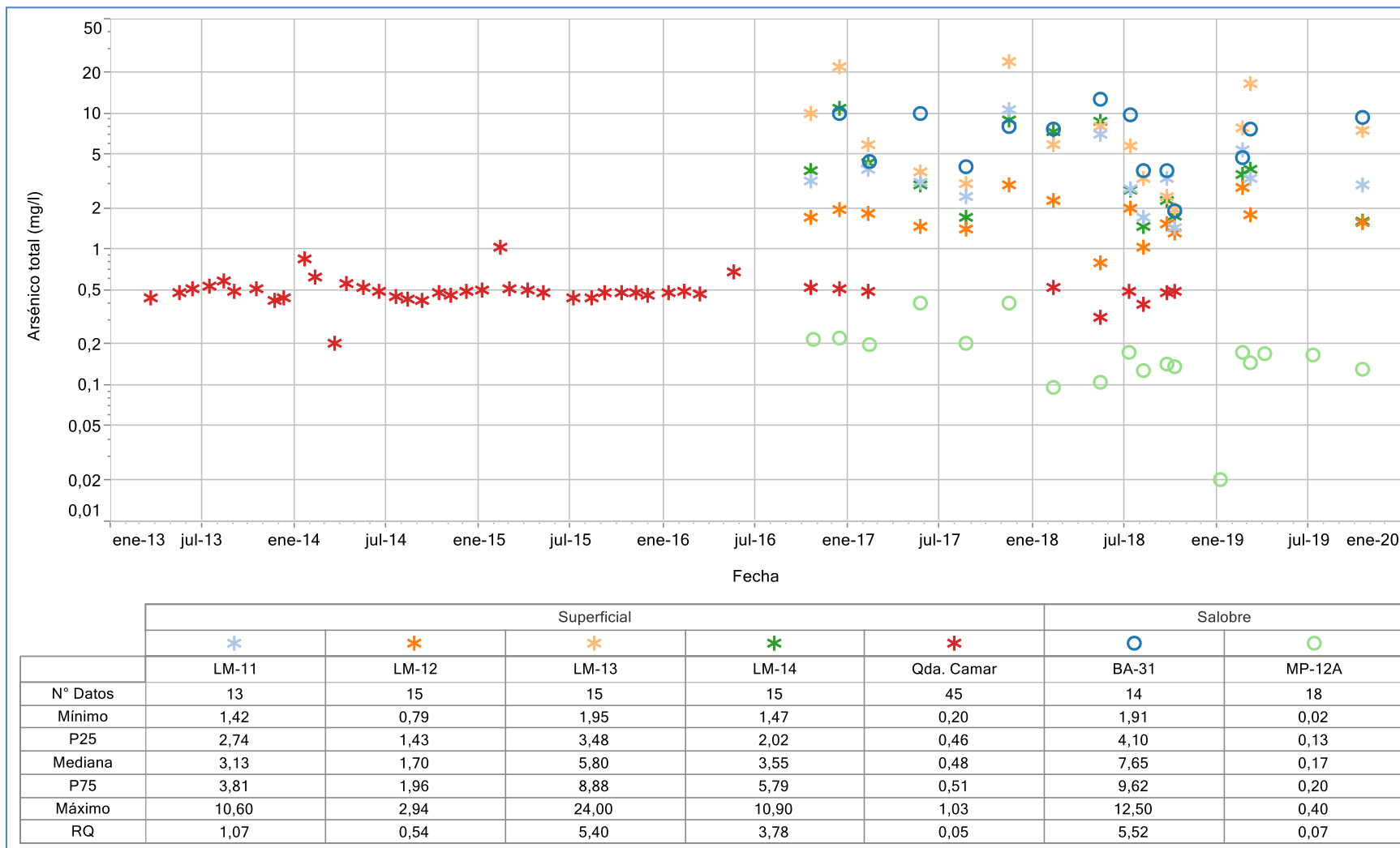
Al igual que el año anterior, para este año los rangos en los valores de **Estroncio total** para las lagunas presentando concentraciones estables y se mantienen desde 0,48 mg/l para el punto LM-13 y 80,5 mg/L para el punto LM-11. Para la Qda. Camar, no se tienen registros para el año 2019.

Figura 5-219 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



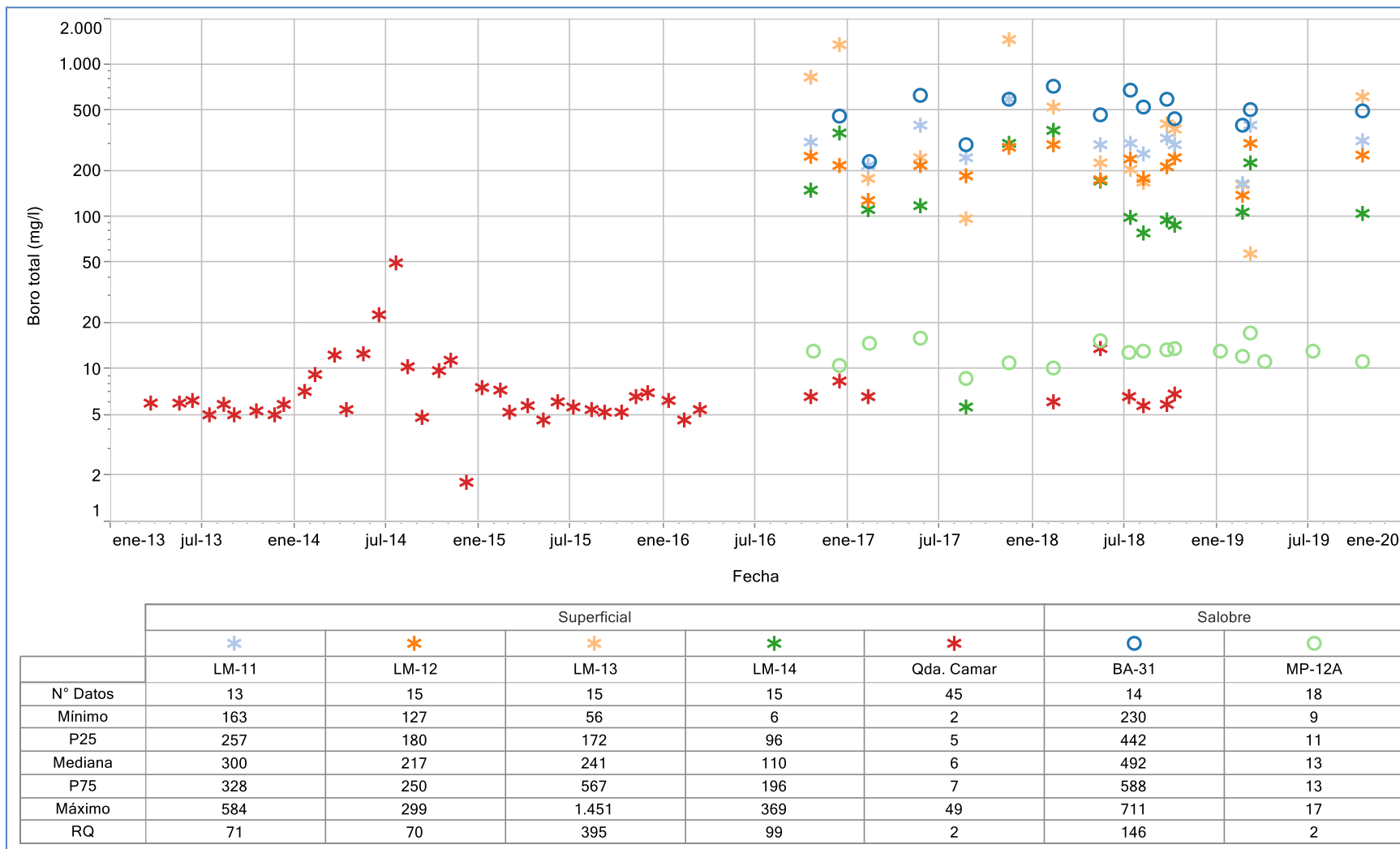
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-220 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



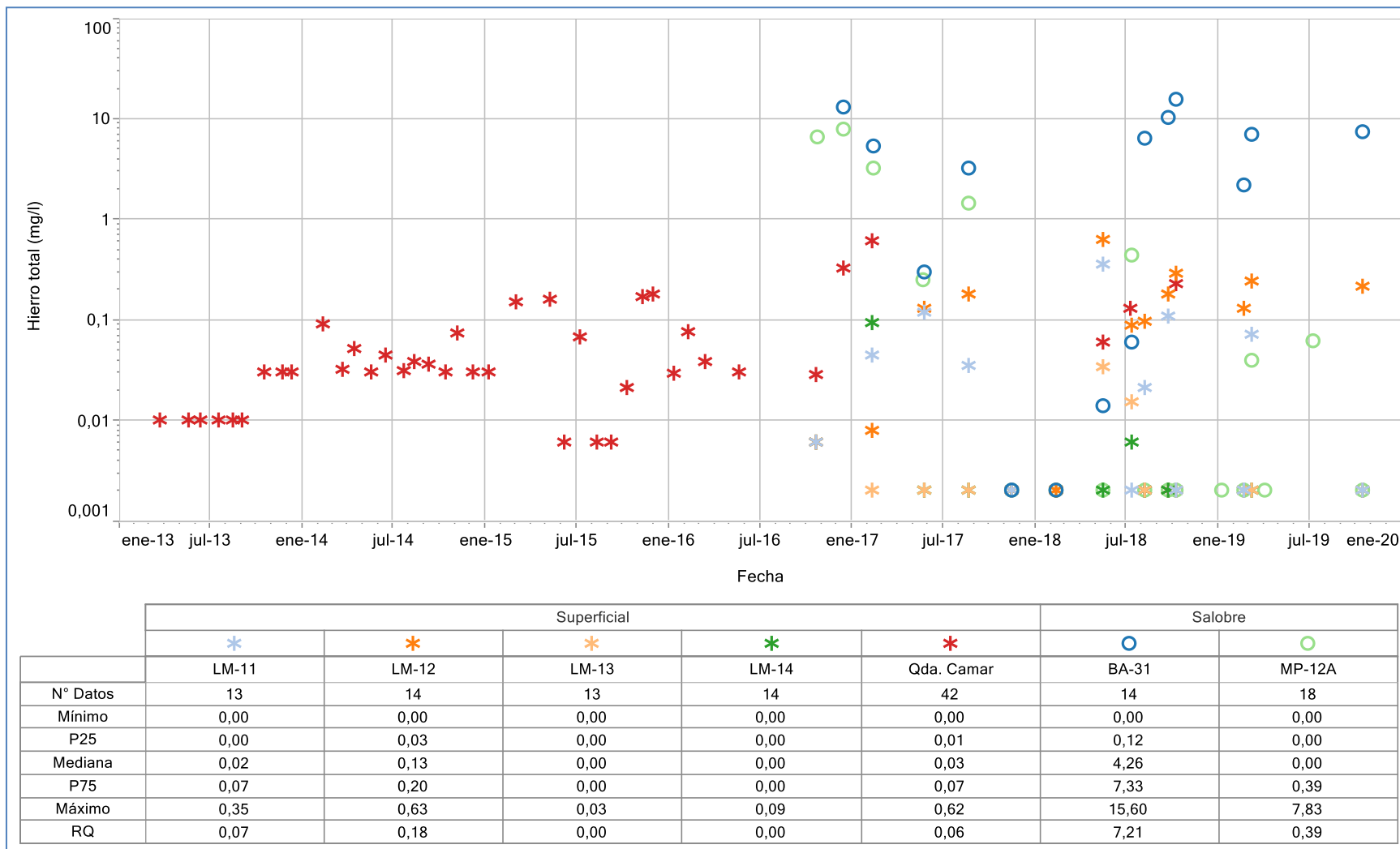
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-221 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



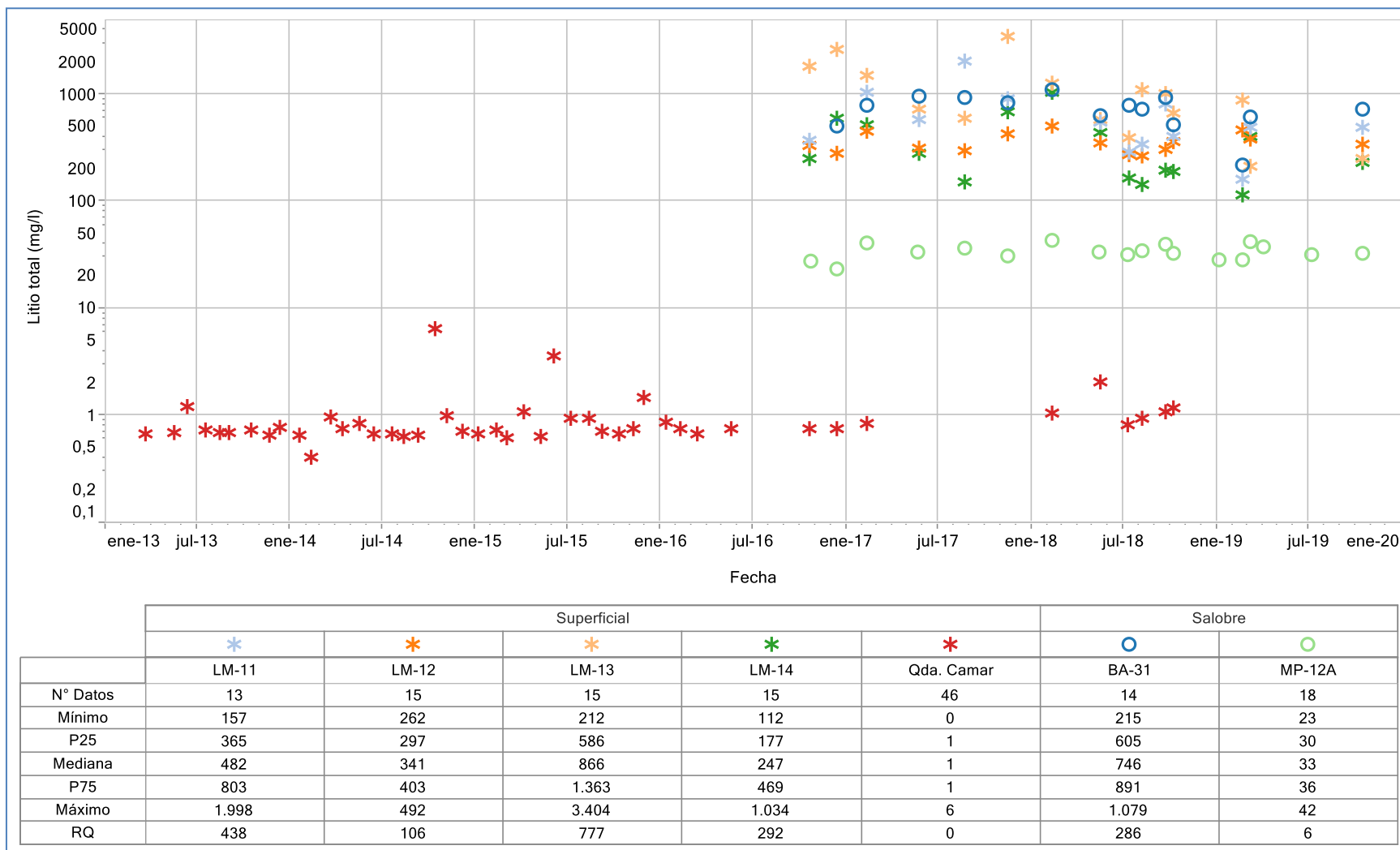
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-222 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



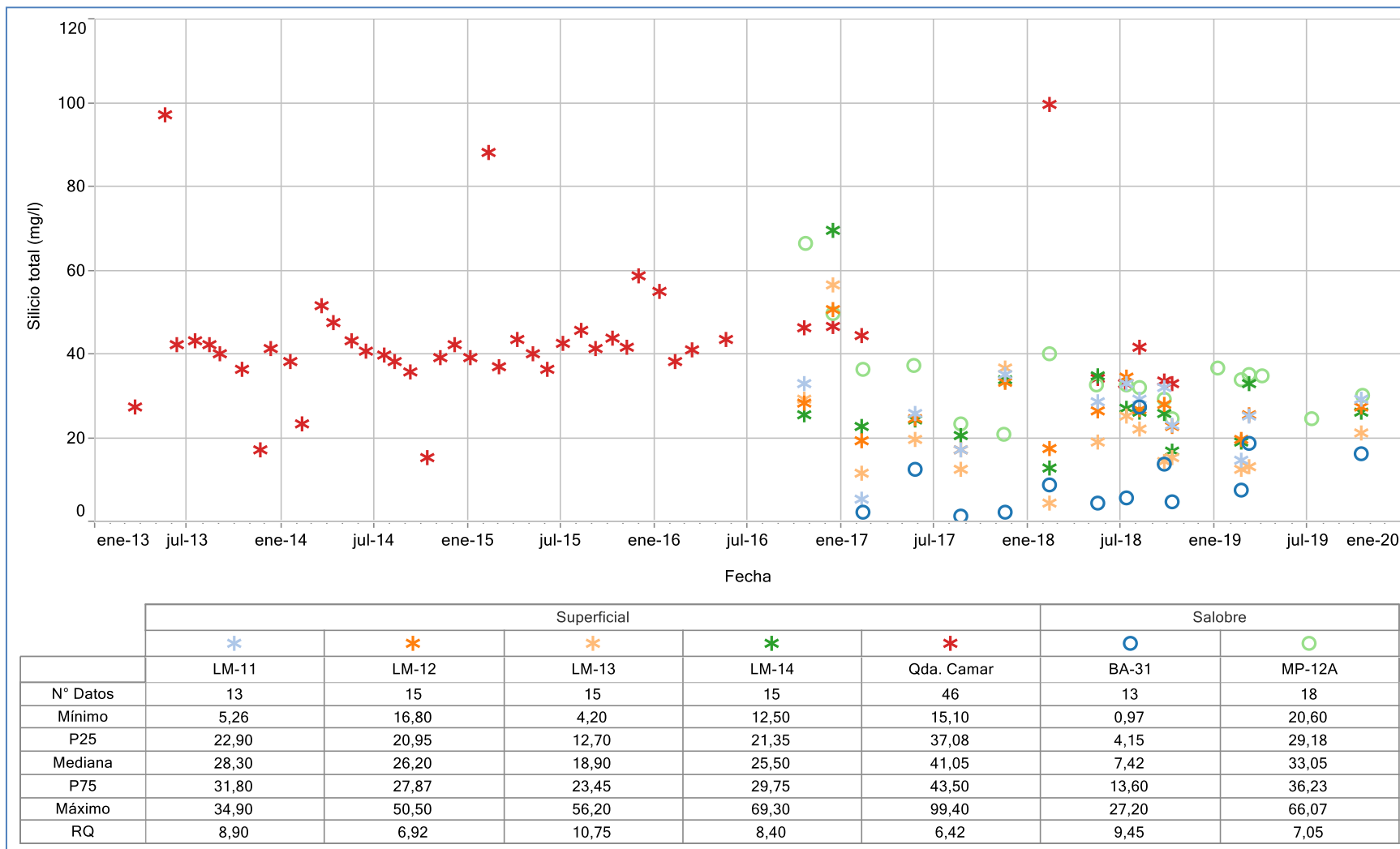
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-223 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



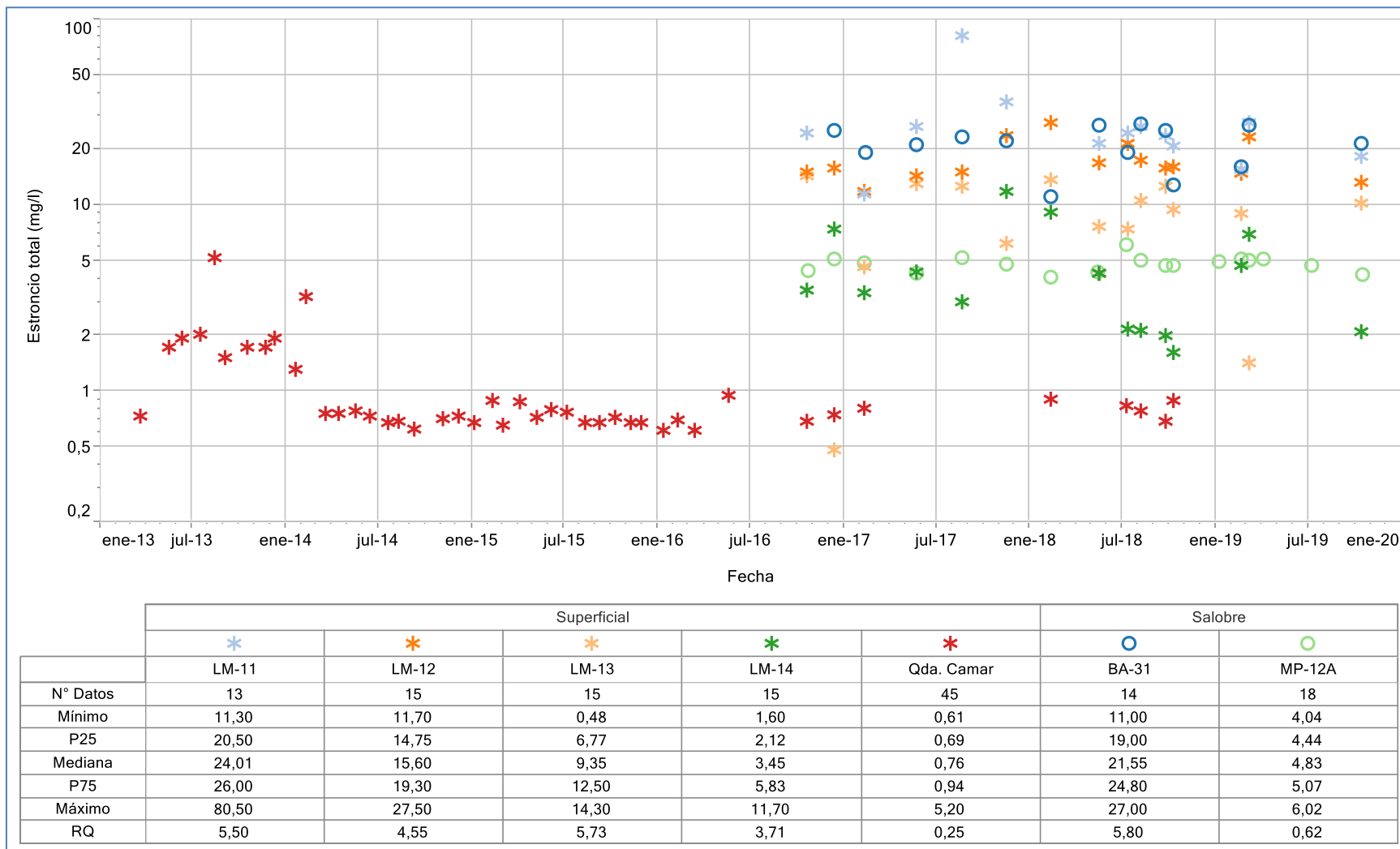
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-224 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-225 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/L), Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia..

5.8.4 Química de los Pozos de Extracción

En consideración a la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N° 21/2016, resuelta mediante la R.E. N° 1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva, es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta como Anexo M de este Informe.

A saber, la Resolución indica textual que: “[...] el alcance del PSAH, expuesto en el considerando 7 de la RCA respecto del componente ambiental “Físico Calidad del Agua”, para el monitoreo “calidad química del agua superficial y subterránea” debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N° 5”. Asimismo, indica que “el objeto de protección asociado al PSAH, corresponde a las aguas del Salar de Atacama, y el acuífero de la Zona Marginal que alimenta estas aguas, por lo que los puntos de monitoreo asociados al componente “calidad de agua”, recae sobre las aguas que alimentan los sistemas lagunares y, por lo tanto, la calidad química de salmuera que se extrae de los pozos de producción, no es una variable relevante para los fines ambientales que sustenta la RCA”.

Sin perjuicio de lo anterior, se presentan los resultados de la química de los 3 pozos de extracción con derechos de aguas, pozos: Peine, Tilopozo y Tucúcaro, de los parámetros respectivos: Calcio, Litio, Potasio, Magnesio, Sodio y Sulfato, reportados en unidades de ppm (partes por millón).

En la Tabla 5-54, Tabla 5-55 y Tabla 5-56 se presentan los resultados registrados de calidad química en el año 2019 para dichos pozos. Asimismo, en el Anexo I se presentan los registros históricos.

En la Tabla 5-57 se presentan los estadígrafos para los pozos de agua dulce-salobre, de los cuales se puede indicar que presentan baja dispersión sus datos por elemento, mientras que entre pozos se presenta un amplio rango de valores. Lo anterior se complementa con la Figura 5-226, donde se presentan los respectivos diagramas de caja.

Tabla 5-54 Resultados Calidad Química de pozo Peine año 2019

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,001	424,3	1,2	108,3	33,4	651,5	857,0
Febrero	1,003	361,4	1,1	108,2	36,4	548,4	910,0
Marzo	1,003	414,6	1,0	102,6	35,5	649,3	780,0
Abril	1,005	433,8	1,1	103,2	40,4	698,0	760,0
Mayo	1,003	461,6	0,9	111,0	39,7	661,6	700,0
Junio	1,004	439,9	1,0	107,2	39,5	639,8	550,0
Julio	1,005	420,0	1,0	100,0	36,0	598,0	810,0
Agosto	1,003	336,7	1,8	101,8	32,2	586,2	760,0
Septiembre	1,003	351,6	1,7	105,0	37,7	715,7	890,0
Octubre	1,003	386,0	1,0	114,0	39,0	689,0	770,0
Noviembre	1,004	438,0	1,0	110,0	34,0	643,0	890,0
Diciembre	1,003	419,0	1,0	109,0	40,0	656,0	950,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-55 Resultados Calidad Química de pozo Tilopozo año 2019

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,001	115,3	5,3	97,6	83,2	602,7	381,2
Febrero	1,002	101,6	5,0	96,6	82,3	514,0	420,0
Marzo	1,003	130,4	4,7	94,0	79,0	575,8	400,0
Abril	1,003	101,1	5,6	98,6	78,9	560,1	410,0
Mayo	1,003	102,7	5,2	95,0	81,0	585,9	410,0
Junio	1,002	105,0	5,1	94,5	82,0	615,0	329,4
Julio	1,003	123,0	5,1	97,0	60,0	530,0	400,0
Agosto	1,003	336,7	1,8	101,8	32,2	586,2	760,0
Septiembre	1,003	138,0	4,9	92,9	78,2	570,5	410,0
Octubre	1,002	109,0	5,0	95,0	78,0	566,0	380,0
Noviembre	1,003	112,0	5,0	96,0	80,0	601,0	420,0
Diciembre	1,003	132,0	5,0	98,0	78,0	605,0	410,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-56 Resultados Calidad Química de pozo Tucúcaro año 2019

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,001	118,5	12,0	127,9	168,7	1.039,6	542,0
Febrero	1,014	598,1	46,8	508,4	640,4	4.080,5	2.410,0
Marzo	1,013	575,6	41,4	456,0	605,5	3.114,6	1.770,0
Abril	1,000	361,0	26,9	348,6	358,5	2.583,0	1.550,0
Mayo	1,009	323,2	24,4	320,8	387,9	2.411,9	1.520,0
Junio	1,010	347,0	25,7	257,2	389,5	2.651,4	1.161,0
Julio	1,010	380,0	31,0	350,0	450,0	2.400,0	1.210,0
Agosto	1,009	341,2	28,1	351,1	505,5	2.453,0	1.440,0
Septiembre	1,009	383,9	25,0	299,1	331,5	2.290,8	1.362,0
Octubre	1,006	304,0	22,0	282,0	338,0	2.010,0	1.050,0
Noviembre	1,007	315,0	30,0	272,0	372,0	2.021,0	1.120,0
Diciembre	1,005	306,0	20,0	234,0	435,0	1.752,0	1.000,0

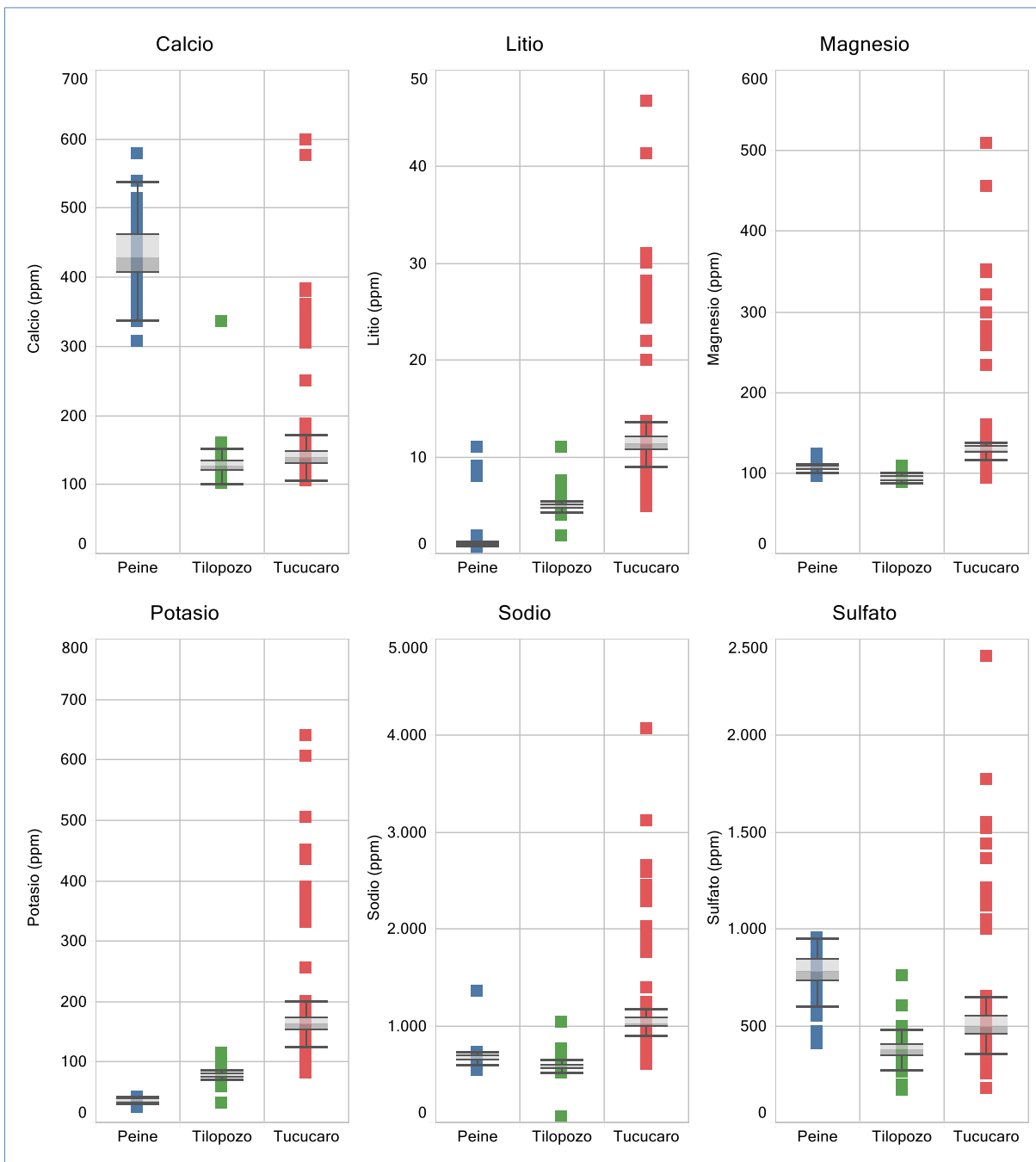
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-57 Estadígrafos, Calidad Química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)

Pozo	Parámetro	Nº	Mín	P25	Mediana	P75	Máximo
Peine	Calcio	66	1,000	1,001	1,003	1,003	1,005
	Litio	66	307,0	405,7	429,2	460,0	580,0
	Magnesio	66	0,6	0,9	0,9	1,0	11,0
	Potasio	66	96,0	104,1	106,0	108,1	123,8
	Sodio	66	25,0	32,5	35,0	37,1	42,2
	Sulfato	66	531,0	642,3	657,0	687,7	1.350,0
Tilopozo	Calcio	66	404,0	735,7	785,8	844,8	954,0
	Litio	143	1,000	1,001	1,002	1,002	1,005
	Magnesio	143	101,1	120,2	128,1	134,9	336,7
	Potasio	143	1,8	4,7	4,8	5,0	11,1
	Sodio	143	88,2	91,5	93,0	95,0	108,3
	Sulfato	143	32,2	74,7	77,5	80,1	719,0
Tucúcaro	Calcio	143	59,0	559,5	576,4	594,2	1.040,0
	Litio	143	165,7	352,9	381,2	404,0	4.420,6
	Magnesio	144	1,000	1,002	1,003	1,003	1,014
	Potasio	144	105,1	129,6	138,8	147,5	598,1
	Sodio	144	4,9	10,8	11,2	12,0	46,8
	Sulfato	144	92,6	125,5	128,4	132,0	1.241,0

Fuente: Elaboración propia.

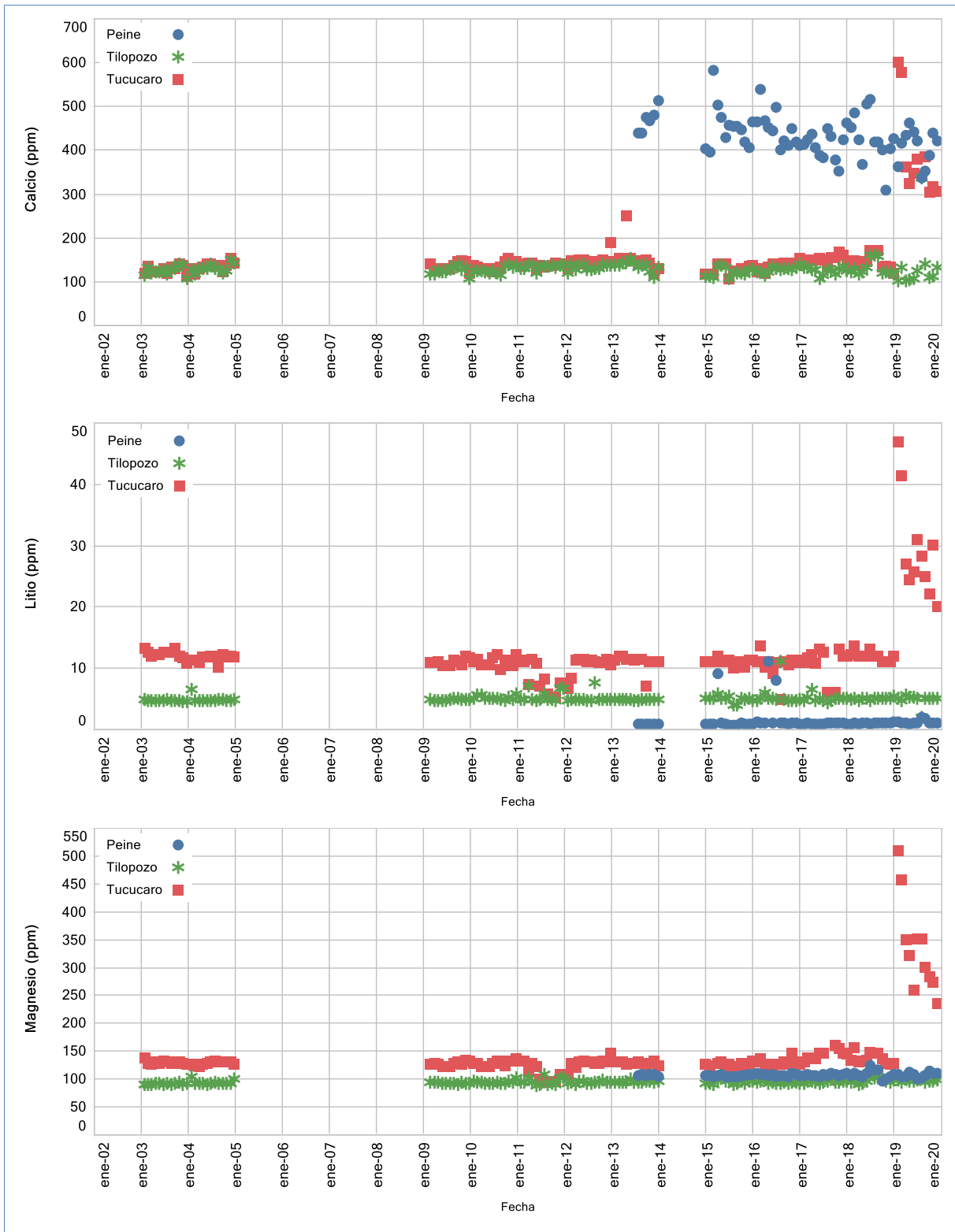
Figura 5-226: Diagrama de caja calidad química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)



Fuente: Elaboración propia.

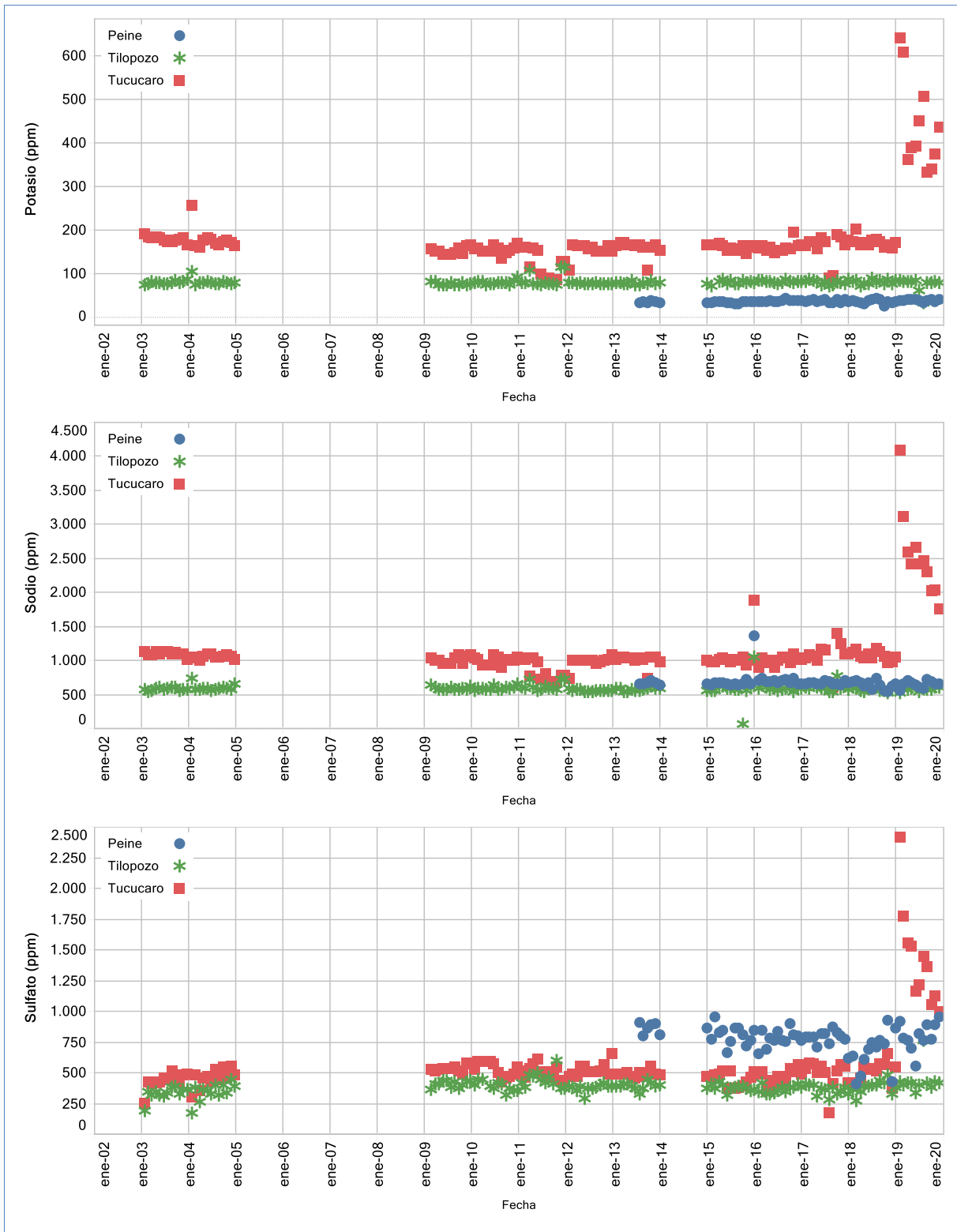
Los valores que se observan por sobre el Percentil 75 para el pozo Tucúcaro en las gráficas anteriores, Figura 5-226, corresponden a lo registrado durante el 2019, como puede observarse en las gráficas temporales siguientes.

Figura 5-227 Variación temporal de Calcio, Litio y Magnesio en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-28 Variación temporal de Potasio, Sodio y Sulfato en pozos Peine, Tilopozo y Tucucaro



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5-227 presenta la gráfica histórica de la variación de calcio, litio y magnesio y la figura Figura 5-228 presenta la gráfica histórica de la variación de potasio, sodio y sulfato para los pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro. Cabe indicar que el pozo Peine comienza su bombeo más tarde que los demás, con registros desde Julio 2013.

En la Figura 5-227 y en la Figura 5-228 se observa que, para los pozos Peine y Tilopozo, en el 2019, cada uno de los elementos monitoreados se mantiene dentro del rango histórico y estable en el tiempo. Sin embargo, el Pozo Tucúcaro, presentó en el año 2019 un alza extrema en las concentraciones de todos los elementos, calcio, litio, magnesio, potasio, sodio y sulfato. Lo anterior, acontece de forma posterior al evento de precipitaciones de febrero, lo cual se atribuye a que las precipitaciones pudieron provocar disolución de sales en las cercanías de la ubicación del pozo Tucúcaro. Se indica esto dado que no se observa el mismo efecto en los otros 2 pozos.

5.9 Caudales bombeados de salmuera y agua dulce-salobre

Durante el año 2019, fueron bombeados en total 80 pozos de extracción de salmuera en las áreas de extracción A1 y A2, además de 3 pozos de extracción de agua-salobre, los que corresponden a los pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine.

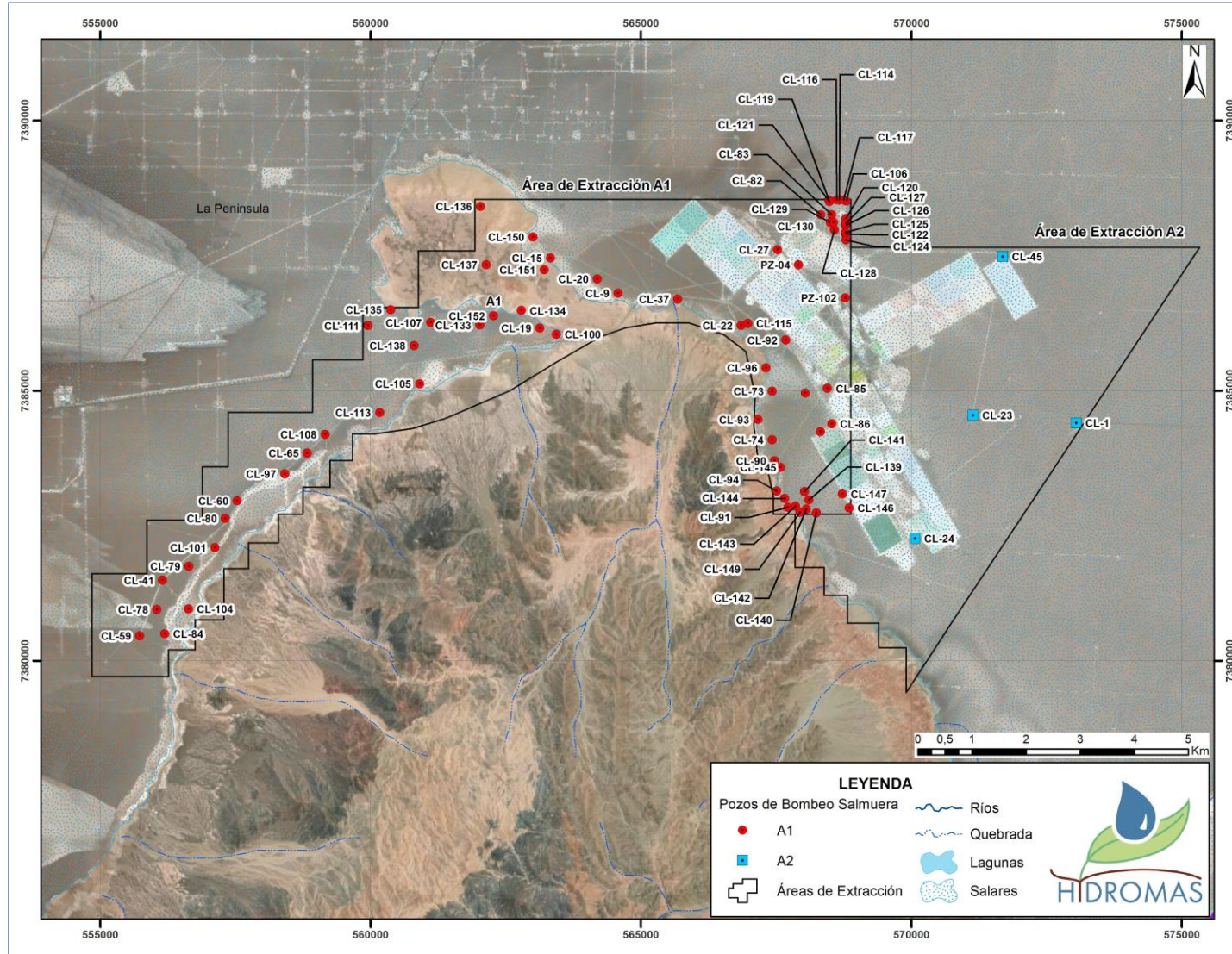
Se debe indicar que la cantidad total de pozos bombeados anualmente es variable y dinámica debido a que los pozos a bombear van cambiando por razones operacionales, pero siempre respetando el caudal total de bombeo aprobado ambientalmente.

En este capítulo se presenta la información de los caudales bombeados en 2019 y se muestran gráficamente los registros históricos. En el Anexo J de este Informe Anual se entregan los registros históricos de todos los caudales bombeados, a escala mensual, ya sea desde la salmuera o de los pozos de agua dulce-salobre.

5.9.1 Caudales Bombeados de Salmuera

La extracción de salmuera se realiza en dos polígonos, denominados A1 y A2, que se presentan en la Figura 5-229, junto con la ubicación de los 80 pozos de extracción de salmuera utilizados durante el 2019. Los datos de los caudales bombeados durante este año se presentan en la Tabla 5-58.

Figura 5-229 Áreas de Extracción A1 y A2 de Albemarle



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-58 Caudales y Volúmenes Bombeados en Pozos de Salmuera Año 2019

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total (m3/año)
AREA A1														
CL-9	Volumen (m3/mes)	5.512	5.699	6.503	6.359	6.965	6.638	6.141	3.192	7.069	7.446	11.146	8.098	80.768
	Caudal (L/s)	2,06	2,36	2,43	2,45	2,60	2,56	2,29	1,19	2,73	2,78	4,30	3,02	
CL-15	Volumen (m3/mes)	11.294	8.300	11.781	10.344	11.391	9.436	10.021	3.733	8.960	8.791	8.389	7.247	109.687
	Caudal (L/s)	4,22	3,43	4,40	3,99	4,25	3,64	3,74	1,39	3,46	3,28	3,24	2,71	
CL-19	Volumen (m3/mes)	54.347	63.206	72.827	65.580	72.561	70.387	67.756	56.329	61.474	77.246	63.486	64.225	789.424
	Caudal (L/s)	20,29	26,13	27,19	25,30	27,09	27,16	25,30	21,03	23,72	28,84	24,49	23,98	
CL-20	Volumen (m3/mes)	13.367	11.600	14.791	12.918	12.228	11.743	13.233	6.122	13.574	11.439	8.478	4.386	133.879
	Caudal (L/s)	4,99	4,79	5,52	4,98	4,57	4,53	4,94	2,29	5,24	4,27	3,27	1,64	
CL-22	Volumen (m3/mes)	42.853	39.550	43.774	34.174	34.400	33.392	40.918	39.924	36.357	36.710	37.150	33.891	453.093
	Caudal (L/s)	16,00	16,35	16,34	13,18	12,84	12,88	15,28	14,91	14,03	13,71	14,33	12,65	
CL-27	Volumen (m3/mes)	11.863	7.498	9.344	11.167	8.280	12.302	12.936	11.347	10.305	10.588	8.875	6.518	121.023
	Caudal (L/s)	4,43	3,10	3,49	4,31	3,09	4,75	4,83	4,24	3,98	3,95	3,42	2,43	
CL-37	Volumen (m3/mes)	11.304	8.440	7.163	5.015	1.541	0	0	0	0	0	0	0	33.463
	Caudal (L/s)	4,22	3,49	2,67	1,93	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-41	Volumen (m3/mes)	20.115	19.713	21.720	19.519	22.222	21.136	22.485	6.883	11.185	22.530	22.597	20.592	230.697
	Caudal (L/s)	7,51	8,15	8,11	7,53	8,30	8,15	8,39	2,57	4,32	8,41	8,72	7,69	
CL-59	Volumen (m3/mes)	49.295	44.598	28.980	48.735	47.473	44.462	47.179	36.852	44.541	48.410	48.480	42.629	531.634
	Caudal (L/s)	18,40	18,44	10,82	18,80	17,72	17,15	17,61	13,76	17,18	18,07	18,70	15,92	
CL-60	Volumen (m3/mes)	59.839	49.334	58.774	49.022	61.032	58.481	59.145	51.017	52.193	56.435	60.845	56.576	672.693
	Caudal (L/s)	22,34	20,39	21,94	18,91	22,79	22,56	22,08	19,05	20,14	21,07	23,47	21,12	
CL-65	Volumen (m3/mes)	35.424	31.656	35.143	34.284	35.280	33.176	33.959	17.829	32.403	32.223	33.722	30.994	386.093
	Caudal (L/s)	13,23	13,09	13,12	13,23	13,17	12,80	12,68	6,66	12,50	12,03	13,01	11,57	
CL-73	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	9.198	7.857	8.704	6.416	4.739	36.914
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43	3,03	3,25	2,48	1,77	
CL-74	Volumen (m3/mes)	8.259	6.877	9.240	8.695	6.887	6.304	7.040	6.860	8.251	8.902	10.631	9.799	97.745
	Caudal (L/s)	3,08	2,84	3,45	3,35	2,57	2,43	2,63	2,56	3,18	3,32	4,10	3,66	
CL-78	Volumen (m3/mes)	26.141	22.628	13.914	20.716	22.164	22.743	20.526	1.650	20.640	23.523	23.782	21.142	239.569
	Caudal (L/s)	9,76	9,35	5,19	7,99	8,28	8,77	7,66	0,62	7,96	8,78	9,18	7,89	
CL-79	Volumen (m3/mes)	45.680	40.390	43.924	43.202	39.395	41.490	44.445	44.259	39.890	39.274	37.753	29.175	488.877
	Caudal (L/s)	17,05	16,70	16,40	16,67	14,71	16,01	16,59	16,52	15,39	14,66	14,57	10,89	
CL-80	Volumen (m3/mes)	28.745	20.352	32.622	30.491	34.323	31.934	32.885	11.090	30.370	29.860	30.287	27.362	340.321
	Caudal (L/s)	10,73	8,41	12,18	11,76	12,81	12,32	12,28	4,14	11,72	11,15	11,68	10,22	
CL-82	Volumen (m3/mes)	19.580	15.854	16.944	16.941	15.734	15.961	16.865	16.187	14.955	15.449	15.000	13.930	193.400
	Caudal (L/s)	7,31	6,55	6,33	6,54	5,87	6,16	6,30	6,04	5,77	5,77	5,79	5,20	
CL-83	Volumen (m3/mes)	21.702	15.161	14.880	14.820	13.821	13.259	15.838	16.537	15.453	15.283	14.494	12.154	183.402
	Caudal (L/s)	8,10	6,27	5,56	5,72	5,16	5,12	5,91	6,17	5,96	5,71	5,59	4,54	
CL-84	Volumen (m3/mes)	9.857	9.288	12.504	9.394	9.870	7.910	7.793	697	8.001	10.072	9.632	9.177	104.195
	Caudal (L/s)	3,68	3,84	4,67	3,62	3,69	3,05	2,91	0,26	3,09	3,76	3,72	3,43	
CL-85	Volumen (m3/mes)	13.591	12.056	12.582	10.521	10.807	4.507	6.193	6.639	5.923	6.268	5.245	5.079	99.411
	Caudal (L/s)	5,07	4,98	4,70	4,06	4,03	1,74	2,31	2,48	2,29	2,34	2,02	1,90	
CL-86	Volumen (m3/mes)	7.523	6.285	9.314	7.594	7.470	7.473	8.158	8.086	8.747	9.814	9.365	8.379	98.208
	Caudal (L/s)	2,81	2,60	3,48	2,93	2,79	2,88	3,05	3,02	3,37	3,66	3,61	3,13	
CL-90	Volumen (m3/mes)	30.510	25.756	31.502	29.065	31.200	30.206	31.699	31.009	29.273	29.609	28.028	24.757	352.614
	Caudal (L/s)	11,39	10,65	11,76	11,21	11,65	11,65	11,84	11,58	11,29	11,05	10,81	9,24	
CL-91	Volumen (m3/mes)	18.734	17.740	20.153	20.687	21.099	21.508	22.027	18.341	18.499	14.118	11.777	10.041	214.724
	Caudal (L/s)	6,99	7,33	7,52	7,98	7,88	8,30	8,22	6,85	7,14	5,27	4,54	3,75	
CL-92	Volumen (m3/mes)	11.044	8.929	10.678	10.675	13.209	12.240	11.607	10.490	9.639	7.137	7.395	11.875	124.918
	Caudal (L/s)	4,12	3,69	3,99	4,12	4,93	4,72	4,33	3,92	3,72	2,66	2,85	4,43	
CL-93	Volumen (m3/mes)	22.798	16.045	5.267	0	0	0	0	0	0	0	800	10.980	55.890
	Caudal (L/s)	8,51	6,63	1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	4,10	
CL-94	Volumen (m3/mes)	18.654	22.278	26.066	24.805	24.633	22.722	24.332	23.615	23.324	23.250	21.044	19.012	273.735
	Caudal (L/s)	6,96	9,21	9,73	9,57	9,20	8,77	9,08	8,82	9,00	8,68	8,12	7,10	
CL-96	Volumen (m3/mes)	4.959	4.435	4.056	10.089	4.685	1.920	1.818	0	0	0	0	0	31.962
	Caudal (L/s)	1,85	1,83	1,51	3,89	1,75	0,74	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-97	Volumen (m3/mes)	11.762	8.722	13.230	12.636	15.000	19.523	19.837	5.158	10.591	20.181	18.534	17.334	172.508
	Caudal (L/s)	4,39	3,61	4,94	4,88	5,60	7,53	7,41	1,93	4,09	7,53	7,15	6,47	
CL-98	Volumen (m3/mes)	17.151	12.190	15.754	14.541	11.679	0	0	0	0	0	0	0	71.315
	Caudal (L/s)	6,40	5,04	5,88	5,61	4,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-99	Volumen (m3/mes)	10.267	9.244	11.178	10.093	10.544	9.328	10.007	10.003	9.953	10.257	10.539	8.573	119.986
	Caudal (L/s)	3,83	3,82	4,17	3,89	3,94	3,60	3,74	3,73	3,84	3,83	4,07	3,20	

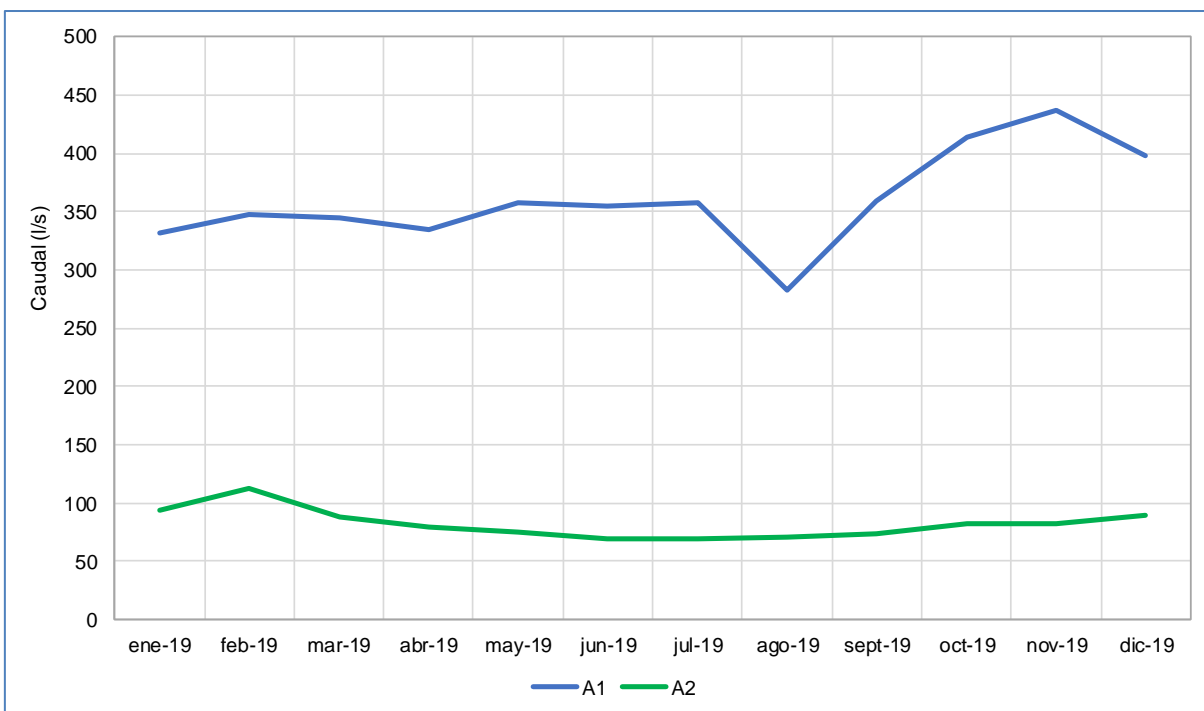
Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total (m3/año)
AREA A1														
CL-100	Volumen (m3/mes)	11.840	26.621	34.766	28.273	45.449	44.224	45.095	31.596	49.474	62.099	68.136	65.390	512.963
	Caudal (L/s)	4,42	11,00	12,98	10,91	16,97	17,06	16,84	11,80	19,09	23,19	26,29	24,41	
CL-101	Volumen (m3/mes)	16.986	14.388	15.800	13.749	16.606	14.867	14.498	5.707	14.111	19.431	24.670	22.278	193.091
	Caudal (L/s)	6,34	5,95	5,90	5,30	6,20	5,74	5,41	2,13	5,44	7,25	9,52	8,32	
CL-104	Volumen (m3/mes)	7.979	12.033	13.912	14.838	14.307	13.705	15.917	1.183	1.970	18.508	16.756	14.142	145.250
	Caudal (L/s)	2,98	4,97	5,19	5,72	5,34	5,29	5,94	0,44	0,76	6,91	6,46	5,28	
CL-105	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	2.544	512	730	5.961	3.913	6.015	19.675
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,19	0,28	2,23	1,51	2,25	
CL-106	Volumen (m3/mes)	18.171	16.244	17.612	10.568	18.958	19.517	19.867	18.065	18.621	20.280	19.265	16.778	213.946
	Caudal (L/s)	6,78	6,71	6,58	4,08	7,08	7,53	7,42	6,74	7,18	7,57	7,43	6,26	
CL-107	Volumen (m3/mes)	37.972	37.885	40.099	40.312	47.034	59.753	64.118	59.885	59.915	58.323	56.847	45.834	607.977
	Caudal (L/s)	14,18	15,66	14,97	15,55	17,56	23,05	23,94	22,36	23,12	21,78	21,93	17,11	
CL-108	Volumen (m3/mes)	0	4.171	1.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.180
	Caudal (L/s)	0,00	1,72	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-111	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	8.333	10.403	0	0	0	0	0	0	18.736
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,11	4,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-113	Volumen (m3/mes)	1.399	14.523	14.649	16.002	24.697	24.448	10.677	0	0	0	0	0	106.395
	Caudal (L/s)	0,52	6,00	5,47	6,17	9,22	9,43	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-114	Volumen (m3/mes)	12.461	11.860	13.843	7.472	13.676	13.351	13.904	12.449	12.479	11.846	10.715	9.332	143.388
	Caudal (L/s)	4,65	4,90	5,17	2,88	5,11	5,15	5,19	4,65	4,81	4,42	4,13	3,48	
CL-115	Volumen (m3/mes)	6.590	5.587	1.646	200	0	0	0	5.320	4.886	3.229	0	0	27.458
	Caudal (L/s)	2,46	2,31	0,61	0,08	0,00	0,00	0,00	1,99	1,89	1,21	0,00	0,00	
CL-116	Volumen (m3/mes)	7.638	6.767	7.371	4.176	7.256	8.297	4.353	0	6.745	7.695	7.293	6.226	73.817
	Caudal (L/s)	2,85	2,80	2,75	1,61	2,71	3,20	1,63	0,00	2,60	2,87	2,81	2,32	
CL-117	Volumen (m3/mes)	12.003	10.202	10.977	11.688	12.005	11.997	11.371	10.234	10.711	11.809	12.111	11.551	136.659
	Caudal (L/s)	4,48	4,22	4,10	4,51	4,48	4,63	4,25	3,82	4,13	4,41	4,67	4,31	
CL-119	Volumen (m3/mes)	9.603	8.338	8.767	4.824	7.926	9.732	5.108	0	8.042	10.010	9.508	7.909	89.767
	Caudal (L/s)	3,59	3,45	3,27	1,86	2,96	3,75	1,91	0,00	3,10	3,74	3,67	2,95	
CL-120	Volumen (m3/mes)	4.961	4.861	6.245	5.519	6.935	6.104	6.326	5.569	6.152	12.053	18.256	14.373	97.354
	Caudal (L/s)	1,85	2,01	2,33	2,13	2,59	2,35	2,36	2,08	2,37	4,50	7,04	5,37	
CL-121	Volumen (m3/mes)	14.246	13.387	13.581	10.669	22.915	21.065	23.146	21.212	22.108	23.621	23.364	21.551	230.865
	Caudal (L/s)	5,32	5,53	5,07	4,12	8,56	8,13	8,64	7,92	8,53	8,82	9,01	8,05	
CL-122	Volumen (m3/mes)	7.204	5.155	4.957	3.958	4.291	4.830	6.301	6.841	6.185	6.179	5.979	5.041	66.921
	Caudal (L/s)	2,69	2,13	1,85	1,53	1,60	1,86	2,35	2,55	2,39	2,31	2,31	1,88	
CL-124	Volumen (m3/mes)	7.263	6.062	6.603	5.965	6.811	8.604	3.764	3.818	7.347	7.415	6.193	6.127	75.972
	Caudal (L/s)	2,71	2,51	2,47	2,30	2,54	3,32	1,41	1,43	2,83	2,77	2,39	2,29	
CL-125	Volumen (m3/mes)	8.154	6.797	7.913	7.935	8.451	8.435	8.099	7.220	8.079	9.597	7.329	7.887	95.896
	Caudal (L/s)	3,04	2,81	2,95	3,06	3,16	3,25	3,02	2,70	3,12	3,58	2,83	2,94	
CL-126	Volumen (m3/mes)	6.436	4.458	5.124	5.298	5.354	4.790	5.713	5.090	5.152	7.902	5.982	5.482	66.781
	Caudal (L/s)	2,40	1,84	1,91	2,04	2,00	1,85	2,13	1,90	1,99	2,95	2,31	2,05	
CL-127	Volumen (m3/mes)	11.782	17.917	18.976	15.644	15.720	13.397	14.685	12.384	12.180	16.409	19.890	18.520	187.504
	Caudal (L/s)	4,40	7,41	7,08	6,04	5,87	5,17	5,48	4,62	4,70	6,13	7,67	6,91	
CL-128	Volumen (m3/mes)	4.751	7.274	7.380	6.863	7.166	6.989	2.967	0	7.026	8.853	8.100	7.210	74.579
	Caudal (L/s)	1,77	3,01	2,76	2,65	2,68	2,70	1,11	0,00	2,71	3,31	3,13	2,69	
CL-129	Volumen (m3/mes)	1.354	3.700	7.403	8.916	9.151	6.597	2.026	0	2.559	2.019	1.475	0	45.200
	Caudal (L/s)	0,51	1,53	2,76	3,44	3,42	2,55	0,76	0,00	0,99	0,75	0,57	0,00	
CL-130	Volumen (m3/mes)	1.359	8.295	7.565	7.872	8.133	9.255	9.467	10.118	9.491	9.417	8.390	8.376	97.738
	Caudal (L/s)	0,51	3,43	2,82	3,04	3,04	3,57	3,53	3,78	3,66	3,52	3,24	3,13	
CL-133	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	25.852	21.649	29.943	33.385	32.660	29.449	172.938
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,65	8,08	11,55	12,46	12,60	10,99	
CL-134	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.399	20.224	32.623
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,78	7,55	
CL-135	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	3.352	0	16.123	16.099	17.345	52.919
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	6,02	6,21	6,48	
CL-136	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.673	1.223	16.896
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,05	0,46	
CL-137	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.441	16.546	28.987
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	6,18	
CL-138	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.346	18.926	28.272
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,61	7,07	
CL-139	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	1.131	0	0	0	1.131
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total (m3/año)
AREA A1														
CL-140	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	19.519	30.049	30.127	27.081	21.774	128.550
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,29	11,59	11,25	10,45	8,13	
CL-141	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	880	0	0	0	880
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	
CL-142	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	4.338	27.943	24.592	22.574	79.447
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	10,43	9,49	8,43	
CL-143	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	19.531	24.531	20.729	19.051	83.842
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,54	9,16	8,00	7,11	
CL-144	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.518	7.674	4.626	22.818
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,93	2,96	1,73	
CL-145	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.189	10.384	0	16.573
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	4,01	0,00	
CL-146	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	3.292	4.346	1.271	0	0	0	8.909
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	1,62	0,49	0,00	0,00	0,00	
CL-147	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	1.540	0	0	0	0	0	1.540
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-149	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.637	11.012	8.220	26.869
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,85	4,25	3,07	
CL-150	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.202	19.202
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,17	
CL-151	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.380	10.380
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,88	
CL-152	Volumen (m3/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.568	7.568
	Caudal (L/s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,83	
Pozo Zanja-04	Volumen (m3/mes)	20.239	18.062	22.900	26.817	23.059	21.529	24.910	26.122	23.111	25.428	22.717	18.104	272.998
	Caudal (L/s)	7,56	7,47	8,55	10,35	8,61	8,31	9,30	9,75	8,92	9,49	8,76	6,76	
Pozo Zanja-102	Volumen (m3/mes)	7.877	7.322	11.578	9.684	9.133	9.018	5.507	0	0	2.791	8.855	6.997	78.762
	Caudal (L/s)	2,94	3,03	4,32	3,74	3,41	3,48	2,06	0,00	0,00	1,04	3,42	2,61	
Pozo Zanja-103	Volumen (m3/mes)	7.139	5.323	8.130	6.402	6.825	7.995	11.494	10.067	5.718	7.882	2.640	5.600	85.215
	Caudal (L/s)	2,67	2,20	3,04	2,47	2,55	3,08	4,29	3,76	2,21	2,94	1,02	2,09	
Volumen total anual Área de Bombeo A1 (m3/año)														11.352.579
Caudal mensual A1 (L/s)		331,38	347,66	344,76	334,00	356,96	354,43	357,45	282,00	358,55	413,95	436,87	398,18	-
Caudal medio anual Área de Bombeo A1 (L/s)														359,68
AREA A2														
CL-1	Volumen (m3/mes)	78.394	75.844	63.060	64.994	79.312	72.222	76.417	49.321	64.317	78.085	75.287	72.396	849.649
	Caudal (L/s)	29,27	31,35	23,54	25,07	29,61	27,86	28,53	18,41	24,81	29,15	29,05	27,03	
CL-23	Volumen (m3/mes)	56.634	82.250	70.937	49.372	5.753	9.760	78.974	36.725	24.049	9.672	25.957	45.471	495.554
	Caudal (L/s)	21,14	34,00	26,48	19,05	2,15	3,77	29,49	13,71	9,28	3,61	10,01	16,98	
CL-24	Volumen (m3/mes)	32.636	36.562	34.271	27.736	31.941	30.246	31.185	26.073	14.393	45.264	47.058	45.042	402.407
	Caudal (L/s)	12,18	15,11	12,80	10,70	11,93	11,67	11,64	9,73	5,55	16,90	18,16	16,82	
CL-45	Volumen (m3/mes)	84.083	77.915	67.659	61.803	84.999	67.558	0	77.050	87.941	87.125	66.048	75.758	837.939
	Caudal (L/s)	31,39	32,21	25,26	23,84	31,73	26,06	0,00	28,77	33,93	32,53	25,48	28,28	
Volumen total anual Área de Bombeo A2 (m3/año)														2.585.549
Caudal mensual A2 (L/s)		93,99	112,67	88,09	78,67	75,42	69,36	69,66	70,63	73,57	82,19	82,70	89,11	-
Caudal medio anual Área de Bombeo A2 (L/s)														82,17

Fuente: Elaboración propia.

El caudal mensual de extracción de salmuera del año 2019 en los polígonos A1 y A2 se presentan en la Figura 5-230. El caudal mensual más bajo del área A1 fue de 280,38 L/s y el máximo de 436,87 L/s, aproximadamente. En el caso del polígono A2, la extracción es menor a la del polígono A1, con un caudal mensual mínimo de 69,36 L/s y un caudal mensual máximo que alcanza los 112,67 L/s, aproximadamente. En cuanto al caudal medio anual, para el Área A1 fue de 359,68 L/s, y para el Área A2 fue de 82,17 L/s.

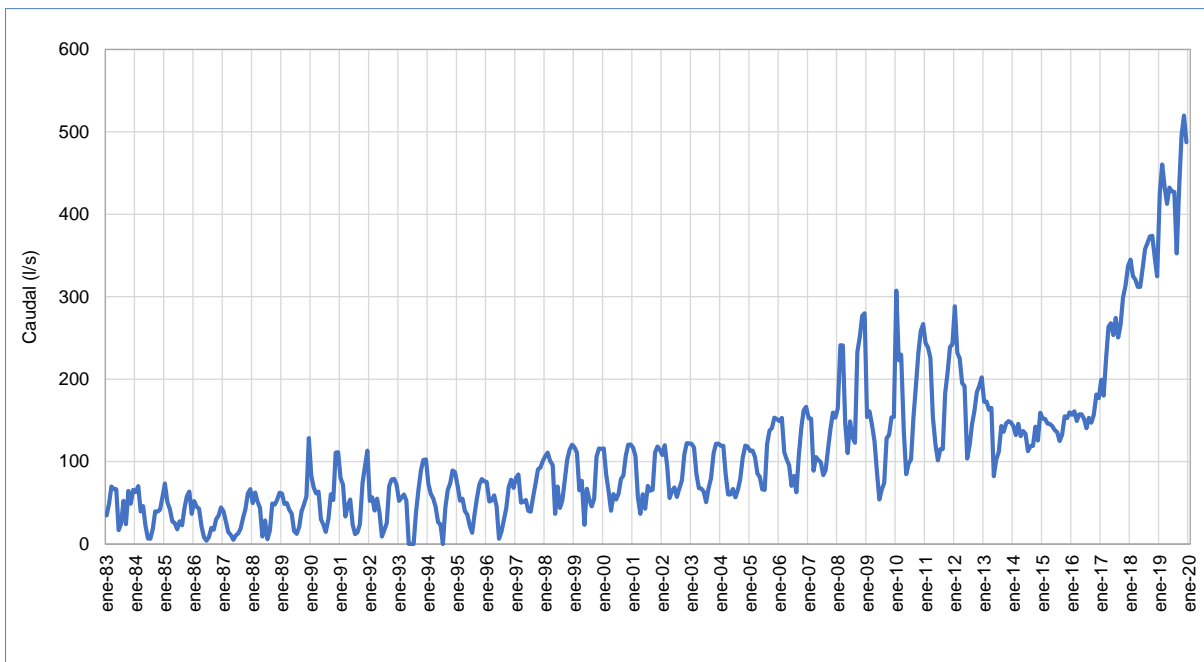
Figura 5-230 Caudales Promedios Mensuales en Salmuera de Albemarle por Zona Año 2019



Fuente: Elaboración propia.

La extracción histórica mensual de los dos polígonos (A1 y A2) en conjunto, se muestra en la Figura 5-231, abarcando el período comprendido entre 1983 y 2019. Se observa que la menor extracción ocurre en los meses invierno y, por el contrario, en los meses de verano es donde se extrae la mayor cantidad de salmuera. Esto es debido a la menor y mayor tasa de evaporación que tienen los sistemas de pozas donde es procesada la salmuera.

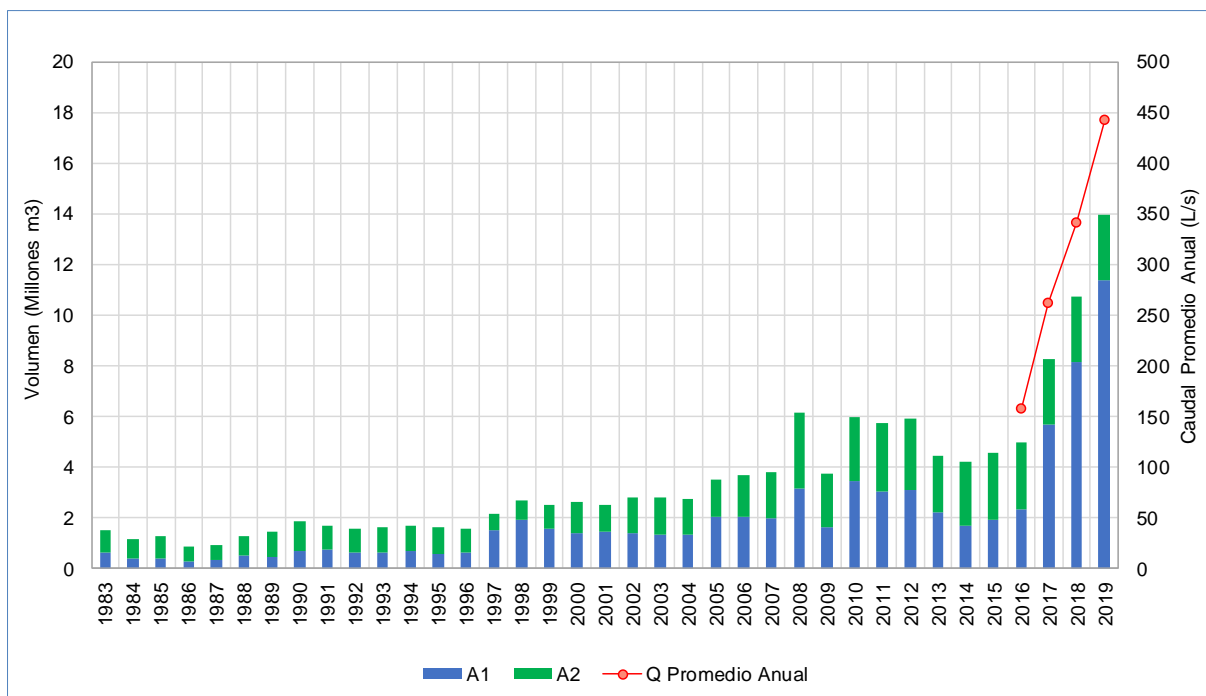
Figura 5-231 Extracción Mensual de Salmuera de Albemarle Periodo 1983 - 2019 (Extracción Zonas A1 + A2)



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del volumen anual de extracción de ambas áreas (A1 y A2) para el periodo 1983 - 2019, se presenta la Figura 5-232. Se puede observar que el volumen de extracción total del año 2019 fue de 13.938.128 m³, lo que es equivalente a un caudal medio anual de 441,96 L/s, y que no excede al caudal medio anual establecido en la evaluación ambiental, el cual es de 442 L/s. Asimismo, se observa que el volumen de extracción del polígono A2 es mucho menor que el volumen de A1.

Figura 5-232 Volumen Anual y Caudal Medio Anual en Salmuera de Albemarle, entre 1983 y 2019



Fuente: Elaboración propia.

5.9.2 Caudales Bombeados de Agua Dulce-Salobre

La extracción de agua dulce-salobre se realiza desde los pozos de Tilopozo³⁶ y Tucúcaro³⁷, ubicado en la Zona Marginal, en el sector La Punta-La Brava, los cuales cuentan con sus derechos de aprovechamiento de aguas por 8,5 L/s y 10 L/s y la aprobación ambiental para el ejercicio de sus derechos por un máximo de 16,9 L/s entre ambos pozos. Además, ALB cuenta con 5 L/s en el pozo Peine³⁸ para el abastecimiento del campamento emplazado en esta localidad.

Los volúmenes y caudales bombeados en estos pozos durante el 2019 se muestran resumidos en la Tabla 5-59.

³⁶ Tilopozo: Conforme a R.E. N°316/1983 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 8,5 L/s.

³⁷ Tucúcaro: Conforme a R.E. N°453/1996 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 10 L/s.

³⁸ Pozo Peine: Conforme a R.E. N° 584/2000 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 5 L/s

Tabla 5-59 Caudales y Volúmenes Bombeados Pozos de Agua Dulce-Salobre, año 2019

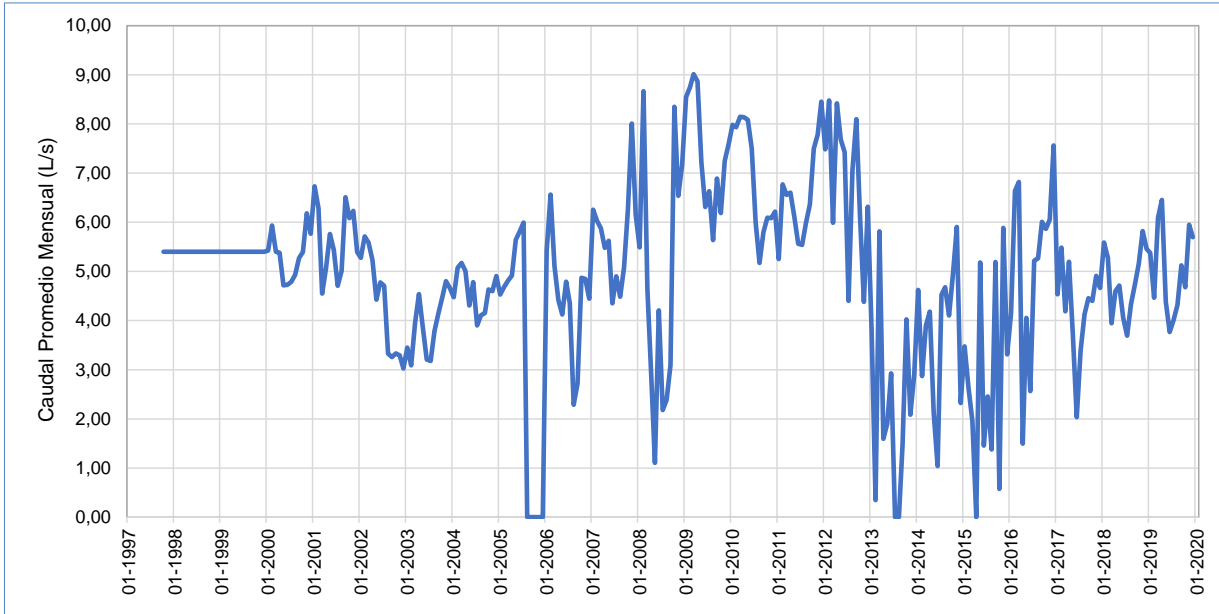
Fecha	Tilopozo		Tucúcaro		Peine	
	Volumen (m ³ /mes)	Caudal (L/s)	Volumen (m ³ /mes)	Caudal (L/s)	Volumen (m ³ /mes)	Caudal (L/s)
Enero	14.399	5,38	10.417	3,89	124	0,05
Febrero	10.802	4,47	6.600	2,73	80	0,03
Marzo	16.322	6,09	8.404	3,14	146	0,05
Abril	16.724	6,45	2.471	0,95	121	0,05
Mayo	11.744	4,38	3.242	1,21	66	0,02
Junio	9.763	3,77	1.642	0,63	76	0,03
Julio	10.744	4,01	2.401	0,9	46	0,02
Agosto	11.561	4,32	1.923	0,72	83	0,03
Septiembre	13.284	5,12	3.503	1,35	87	0,03
Octubre	12.525	4,68	5.592	2,09	110	0,04
Noviembre	15.415	5,95	9.445	3,64	205	0,08
Diciembre	15.263	5,70	8.705	3,25	92	0,04
Volumen Anual (m³/año) / Caudal promedio anual (L/s)	158.546	5,03	64.346	2,04	1.236	0,04

Fuente: Elaboración propia.

En las Figura 5-233, Figura 5-234 y Figura 5-235, se muestra de manera gráfica los caudales históricos que han sido bombeados a diciembre de 2019 para los pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine, respectivamente. Se destaca que las extracciones realizadas este año no sobrepasan los caudales ambientalmente aprobados y son, incluso, bastante menores.

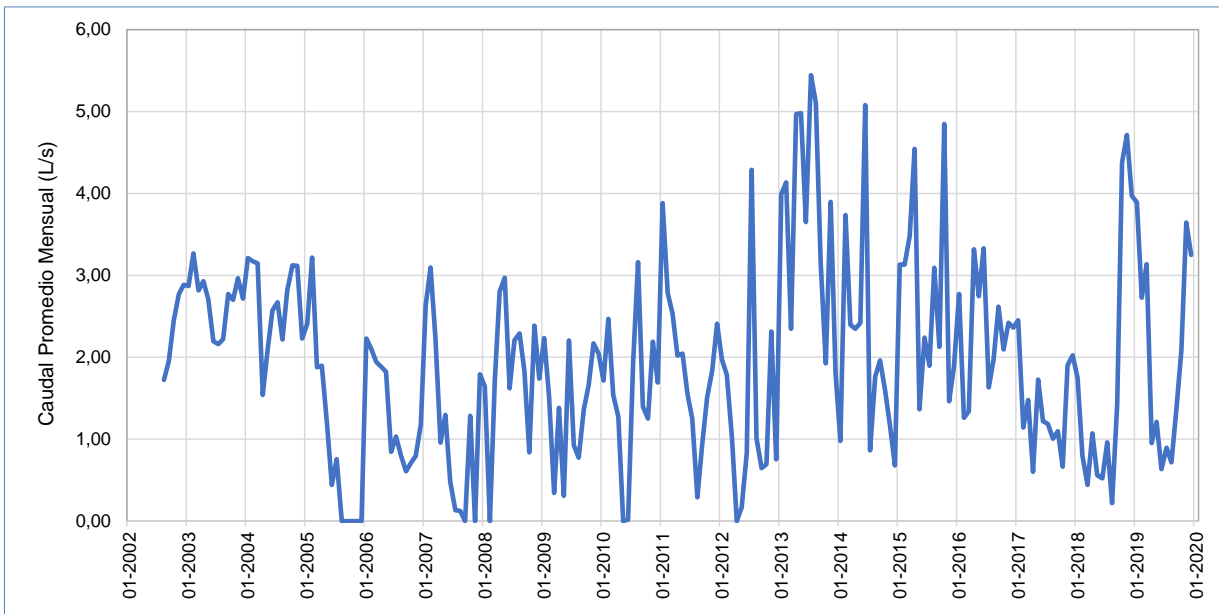
Particularmente, a partir de julio de 2016, el pozo Peine, debido a que su tiempo de uso fue acotado, fue disminuyendo su bombeo a medida que transcurría el año, alcanzando caudales mensuales de 0,04 L/s, aproximadamente. Esta tendencia se ha mantenido hasta 2019.

Figura 5-233 Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Tilopozo (L/s)



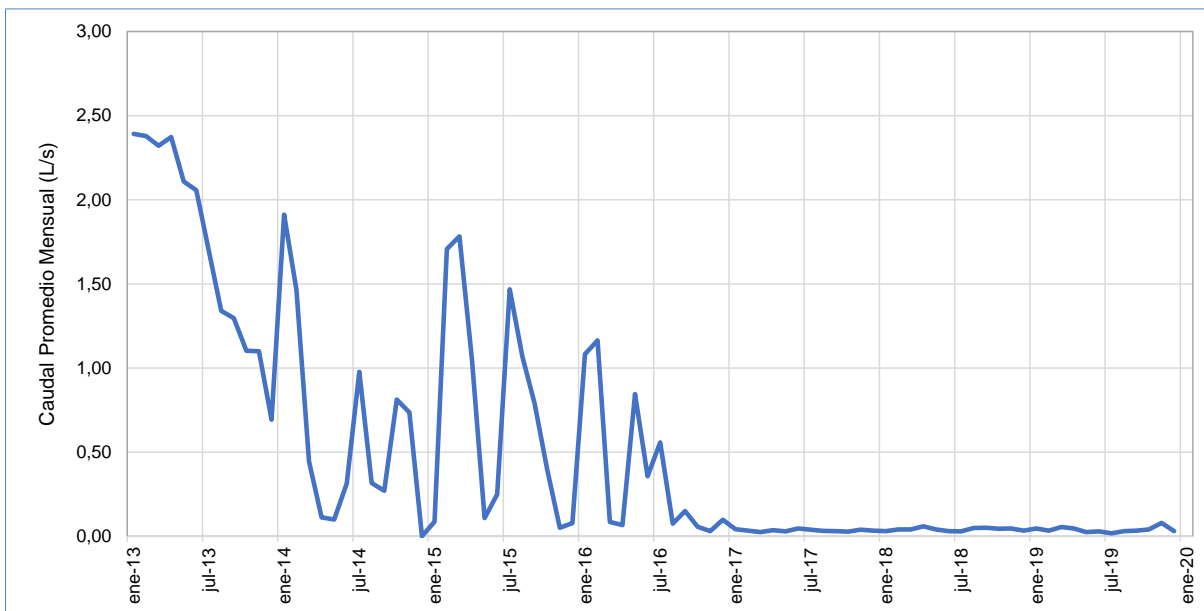
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-234 Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Tucúcaro (L/s)



Fuente: Elaboración propia.

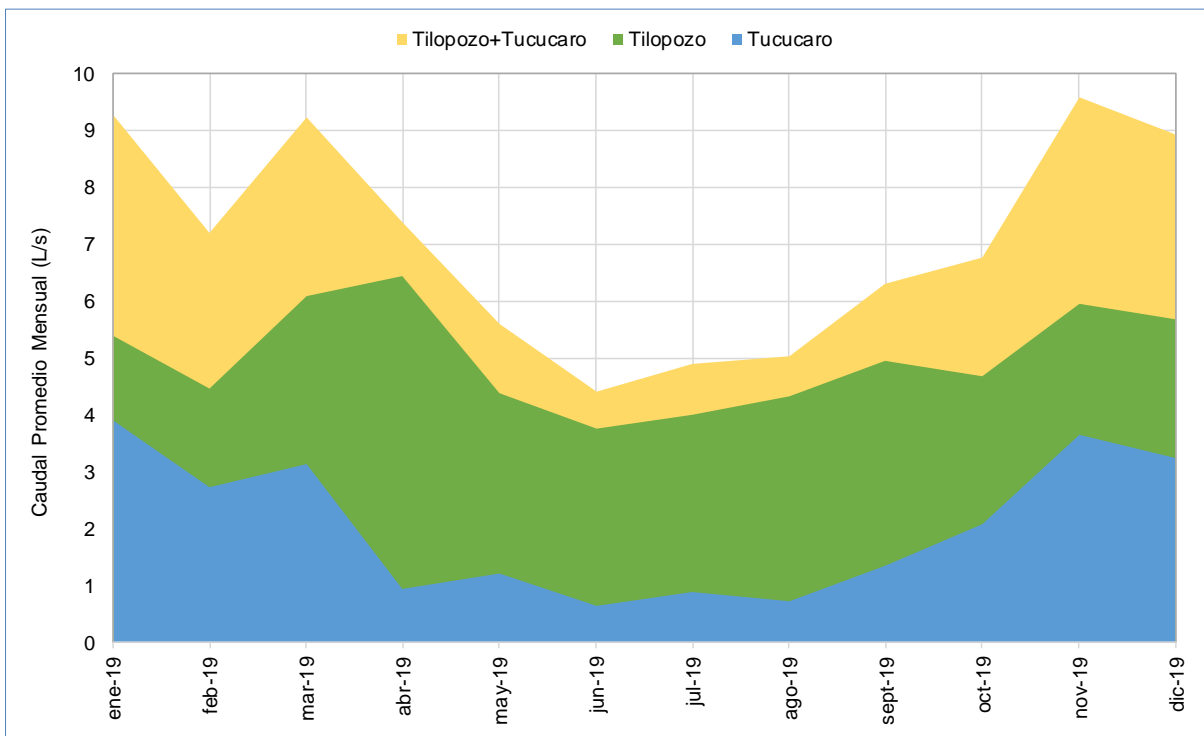
Figura 5-235 Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Peine (L/s)



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5-236, se muestra el caudal individual y conjunto extraído desde pozos Tilopozo y Tucúcaro durante el año 2019, con un caudal conjunto máximo bombeado en el mes de noviembre, muy cercano a los 10 L/s.

Figura 5-236 Caudal Extraído desde Tilopozo y Tucúcaro Durante 2019



Fuente: Elaboración propia.

5.10 Red del Plan de Alerta Temprana

A continuación, se presentan los resultados del año 2019 asociados a la red de monitoreo del Plan de Alerta Temprana (PAT), considerando los tres sectores de alerta:

- Sector de Alerta Núcleo
- Sector de Alerta Acuífero
- Sector de Alerta Norte

Es importante señalar que, si bien se estableció que la medición de niveles para la red de monitoreo del PSAH tiene una frecuencia mensual (frecuencia regular, sin activación del PAT), ALB mide de forma interna los niveles de agua subterránea más de una vez al mes y voluntariamente reporta todas las mediciones que realiza.

Lo anterior toma relevancia en cuanto a que la condición de activación del PAT, para las Fases I y II de los sectores Alerta Núcleo y Alerta Acuífero, se da cuando el nivel registrado en cualquier punto de activación esté por debajo del umbral respectivo durante tres medidas consecutivas, cuando la frecuencia de monitoreo es mensual (frecuencia regular). En otras palabras, y considerando que ALB mide más de una vez al mes, para activarse el PAT en dichos sectores debe considerarse que los niveles superen el umbral en 3 meses consecutivos y no en tres medidas consecutivas (las que perfectamente pueden estar dentro de un mismo mes).

5.10.1 Sector de Alerta Núcleo

Considerando que el año 2019 corresponde al cuarto año calendario de operación del Proyecto, en la Tabla 5-60, se presentan los valores de los umbrales para los pozos asociados al PAT y que corresponden al cuarto año calendario de Proyecto. La ubicación de los puntos fue presentada en la Figura 4-15 del Capítulo 4 de este Informe Anual.

Tabla 5-60 Umbrales de Activación para el Cuarto Año de Explotación (2019)

Pozo	Umbral Fase I (m s.n.m)	Umbral Fase II (m s.n.m.)	Umbral Final (m s.n.m.)
PN-05B	2.298,45	2.298,36	2.297,74
PN-08A	2.298,47	2.298,38	2.297,82
PN-14B	2.298,01	2.297,92	2.297,27
PN-16B	2.298,50	2.298,41	2.297,99

Fuente: Elaboración propia en base a Tabla 4-3, Tabla 4-4, Tabla 4-5 y Tabla 4-6 de Anexo 3, Adenda 5.

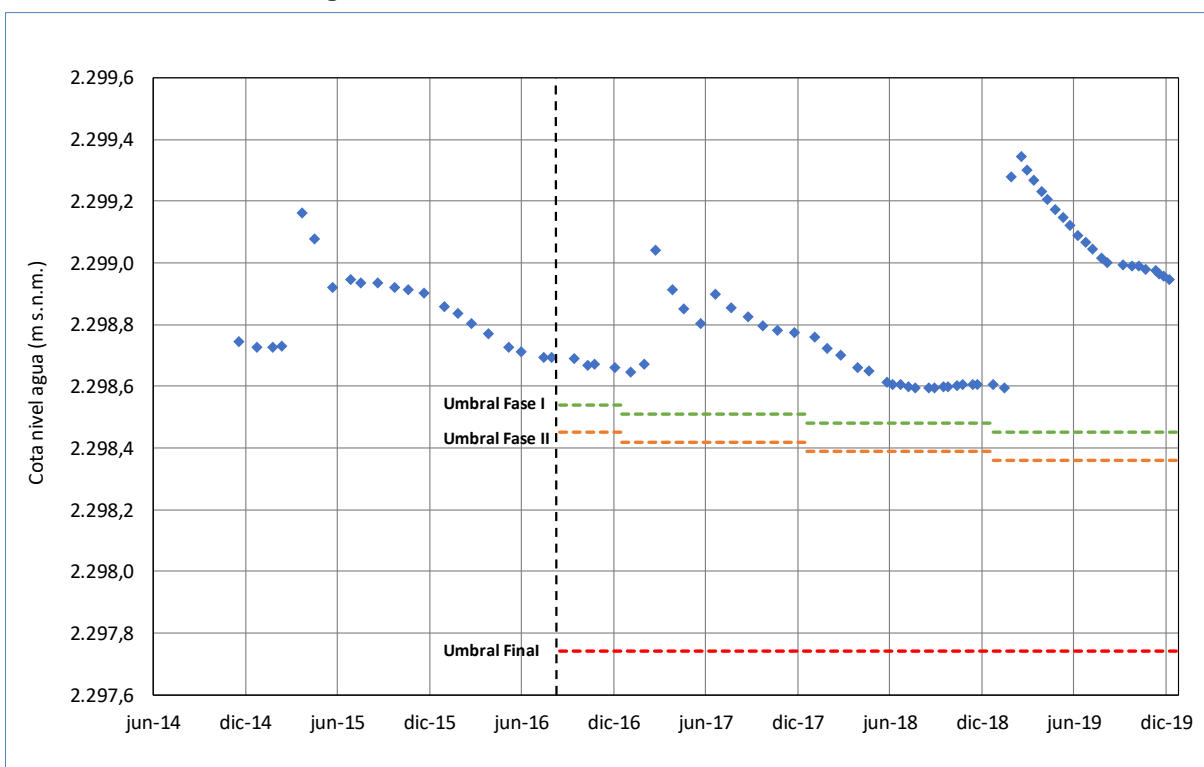
Cabe recordar que las condiciones de activación y desactivación para cada una de las Fases son las descritas en el numeral 4.3.2 del Anexo 3 de la Adenda 5 del Proyecto y que, a manera de resumen para la Fase I y Fase II, se tiene que la condición de activación se dará

cuando el nivel registrado esté por debajo del umbral respectivo durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación.

En función de los registros del año 2019, los cuales se presentan para cada pozo del PAT del sector Alerta Núcleo en las Figura 5-237, Figura 5-238, Figura 5-239 y Figura 5-240, se presenta la evolución de los niveles medidos en relación a los umbrales que les corresponde para cada fase de activación (Tabla 5-60).

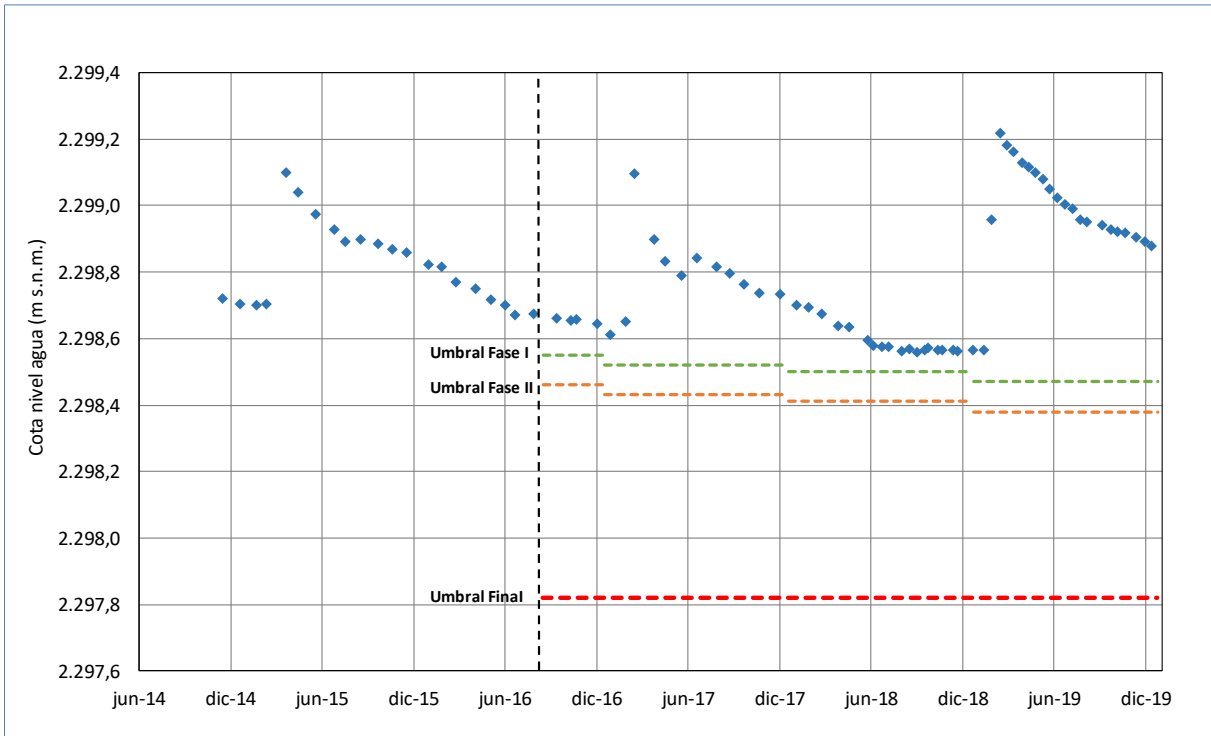
Cabe señalar que los umbrales indicados previamente, son aplicables desde el inicio de la fase de operación del Proyecto (28-09-2016) y es por esa razón que sólo se incorporan en los gráficos a partir de septiembre de 2016.

Figura 5-237 Niveles Punto de Monitoreo PN-05B



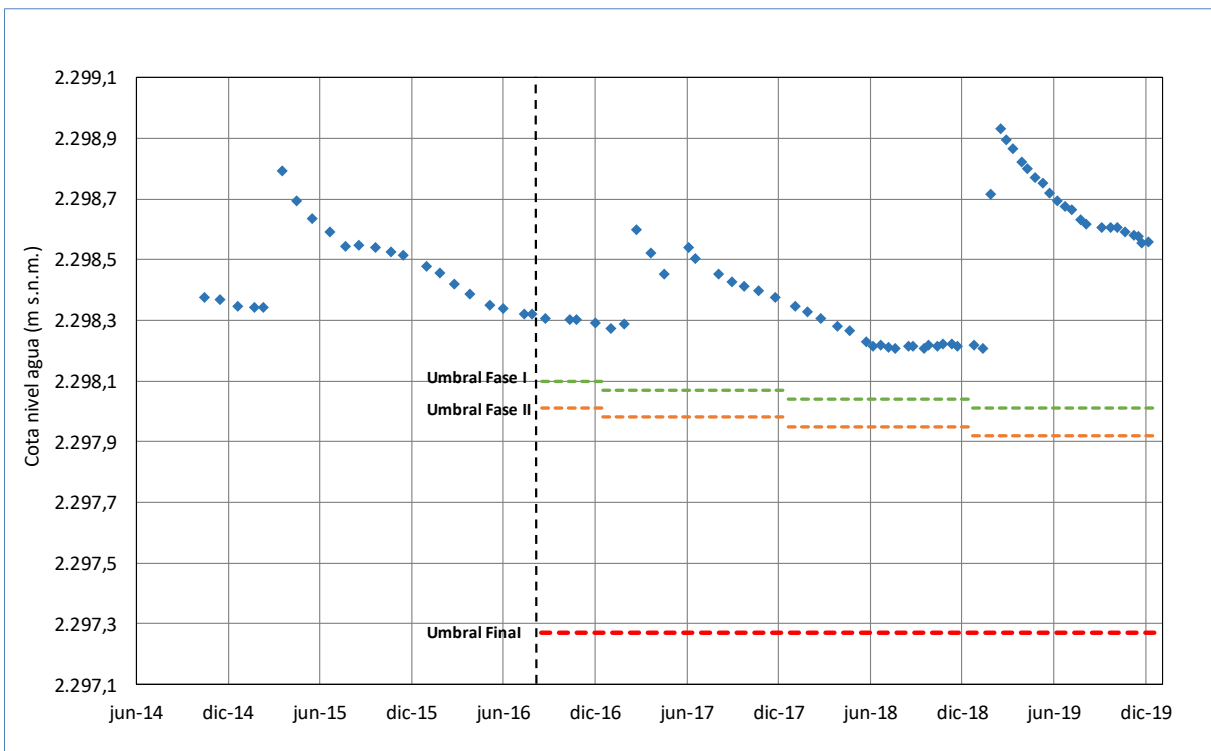
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-238 Niveles Punto de Monitoreo PN-08A



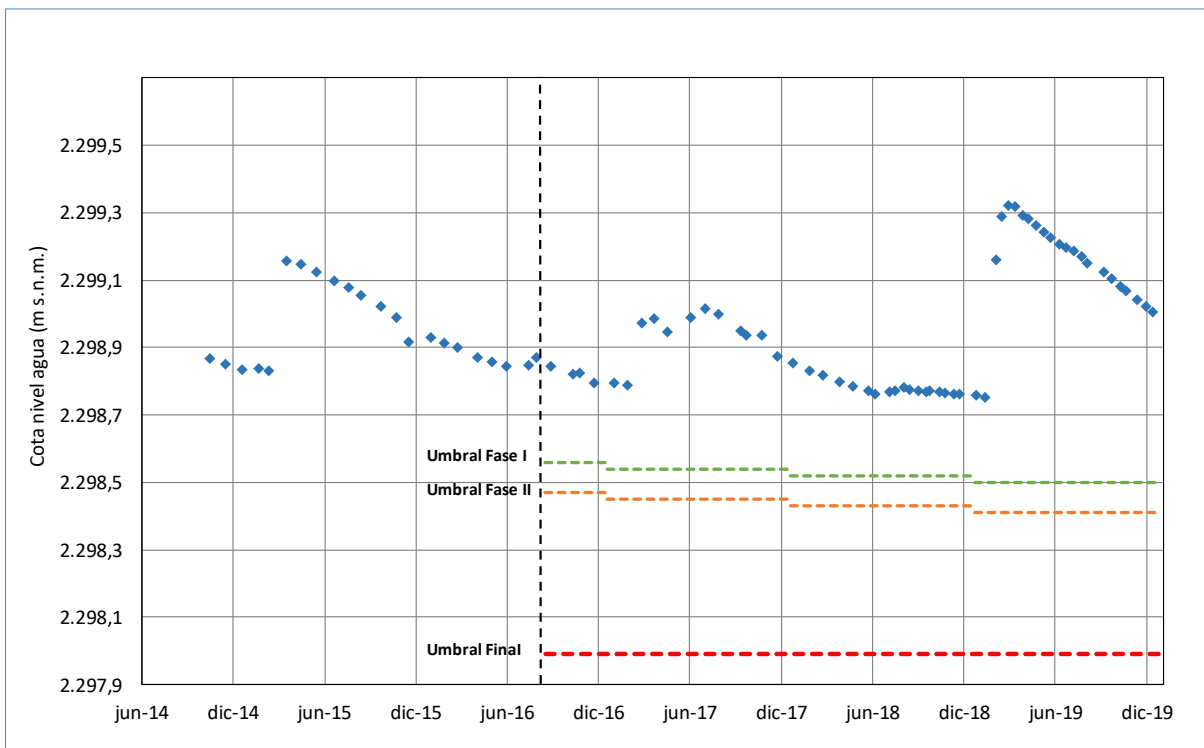
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-239 Niveles Punto de Monitoreo PN-14B



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-240 Niveles Punto de Monitoreo PN-16B



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo establecido en la evaluación ambiental, se entiende por condición de activación de la Fase I cuando el nivel registrado esté por debajo el umbral de Fase I durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación. De la misma manera, la condición de activación de la Fase II se define cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral de Fase II durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación. Finalmente, la condición de activación de la Fase Final corresponde a aquella cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral de Fase Final por una sola vez, en al menos uno de los puntos de activación, a excepción de los tres últimos años de Proyecto. En estos últimos tres años, la condición de activación estará dada cuando, en al menos uno de los puntos de activación, su nivel se registre por debajo de su umbral de Fase Final, durante tres meses consecutivos.

Dicho lo anterior, y en base a los resultados presentados, se puede indicar que, durante el año 2019, no se ha activado ninguna de las fases del PAT en el sector de Alerta Núcleo. Además, se tiene que durante 2019, los niveles tuvieron un ascenso de sus cotas respecto de los años previos.

5.10.2 Sector de Alerta Acuífero

Dado que el Proyecto no prevé efectos sobre los sistemas lagunares que se forman en los acuíferos de agua dulce-salobre, es que los umbrales corresponden a niveles freáticos de 5 puntos de monitoreo del PSAH, los que se relacionan con la dinámica natural del sistema y cuyos niveles umbral son únicos, es decir, sin fases de activación. Estos puntos y sus respectivos umbrales se presentan en la Tabla 5-61. Asimismo, su ubicación fue presentada en la Figura 4-16 del Capítulo 4 de este Informe Anual.

Tabla 5-61 Umbrales de Activación Sector Alerta Acuífero

Pozo	Sistema lagunar	Umbral Fase única(m.s.n.m.)
BA-05	La Punta – La Brava	2.300,11
BA-07	La Punta – La Brava	2.299,97
BA-16	La Punta – La Brava	2.300,80
BA-28	Peine	2.300,59
BA-30	Peine	2.301,42

Fuente: Tabla 4-10, Anexo 3 de la Adenda 5.

Para este sector, quedó definida en la evaluación ambiental la condición bajo la cual se entenderá que los umbrales se consideran sobrepasados. Esta condición se verifica cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral, durante tres medidas consecutivas, en al menos un punto de activación.

En las Figura 5-241, Figura 5-242, Figura 5-243, Figura 5-244 y Figura 5-245 se presentan los niveles registrados en cada uno de los puntos del sector Alerta Acuífero, en relación al umbral establecido como condición de activación, respectivamente.

De las figuras indicadas, es posible apreciar que las fluctuaciones que muestran los niveles en los barrenos sigue un comportamiento estacional y que, con la excepción del punto de monitoreo BA-07, el umbral de cada punto no ha sido sobrepasado en ningún mes de medición.

El pozo BA-05 (Figura 5-241) presenta un comportamiento estable, con registros de nivel siempre por sobre el umbral establecido para este pozo.

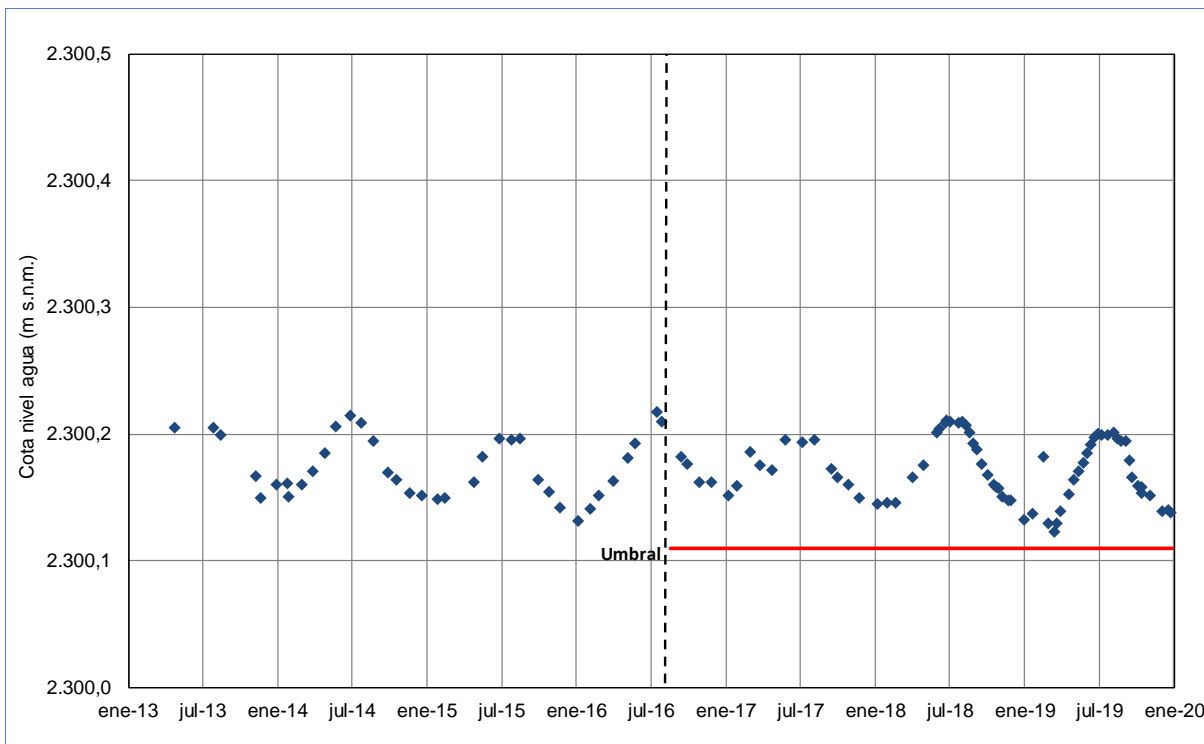
Para el punto BA-07 (Figura 5-242) se tiene que, durante el mes de enero de 2019, los niveles registrados (con frecuencia quincenal) superaron dos veces el umbral establecido para este punto. Sin embargo, lo anterior no gatilló la activación del PAT ya que la superación del umbral debe darse para tres medidas consecutivas, cuando la frecuencia de monitoreo es mensual (frecuencia regular). En otras palabras, se tiene que superar el umbral en 3 meses consecutivos para la activación del PAT.

Considerando los datos históricos de dicho punto, desde antes de la operación del proyecto, particularmente desde 2014, se observa un leve tendencia general de descenso de los niveles registrados, llegando al punto mas bajo de registro en enero de 2019. Sin embargo, esta tendencia cambia a partir de febrero de 2019 debido a las lluvias que se registraron en el Salar de Atacama entre los últimos días de enero y los primeros días de febrero, lo que provocó ascenso de mas de 10 cm. en los niveles de agua. A la fecha, los niveles de BA-07 se presentan nuevamente dentro de los rangos históricos registrados.

En el caso del punto de monitoreo BA-16 (Figura 5-243), se tiene que en marzo 2019, las dos mediciones realizadas los días 6 y 19 del mes, arrojaron niveles ligeramente sobre la cota umbral (2.300,80 m s.n.m.) con 2.300,803 m s.n.m. y 2.300,802 m s.n.m., respectivamente. Posterior a ello, los niveles ascendieron hasta el mes de junio y luego volvieron a descender hasta el mes de diciembre, presentando el comportamiento estacional usual de este punto de monitoreo, y sin presentar riesgo de activación de PAT.

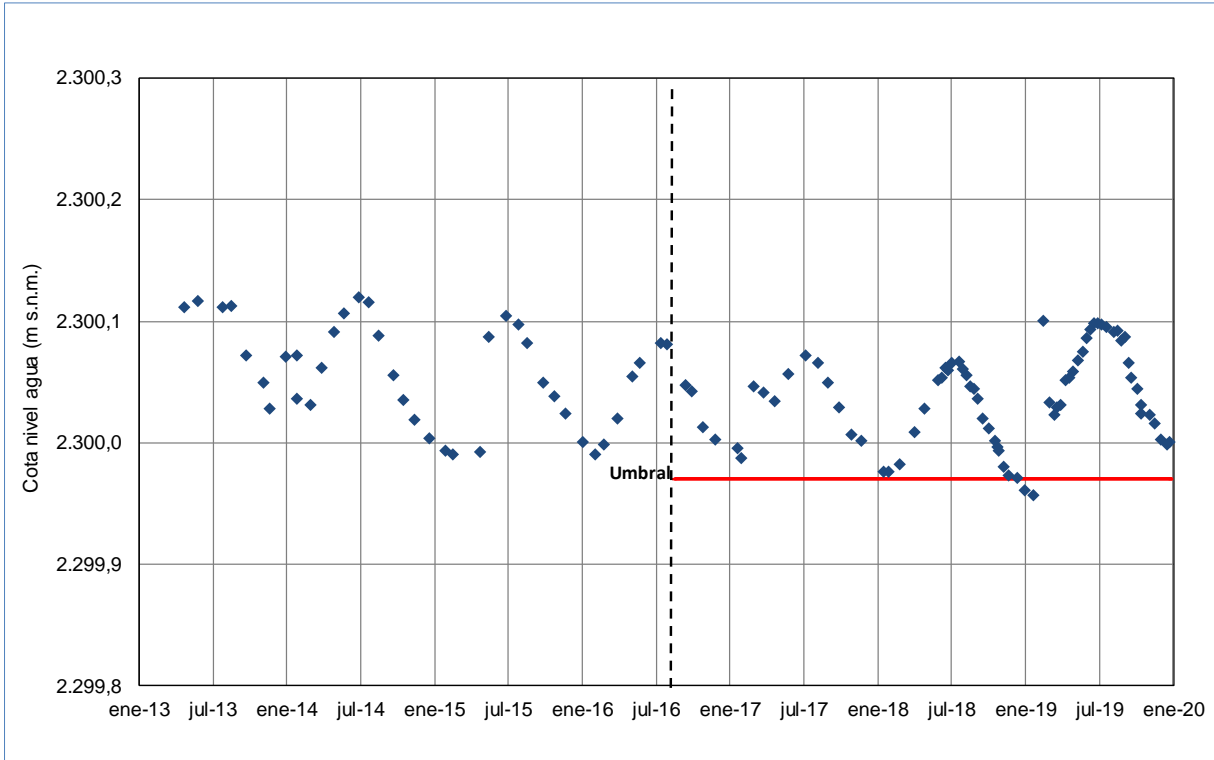
Los pozos BA-28 (Figura 5-244) y BA-30 (Figura 5-245), ubicados en los sistemas lagunares de Peine, presentaron un comportamiento estable, siempre por sobre los valores de umbrales definidos para cada uno de ellos.

Figura 5-241 Niveles Punto de Monitoreo BA-05



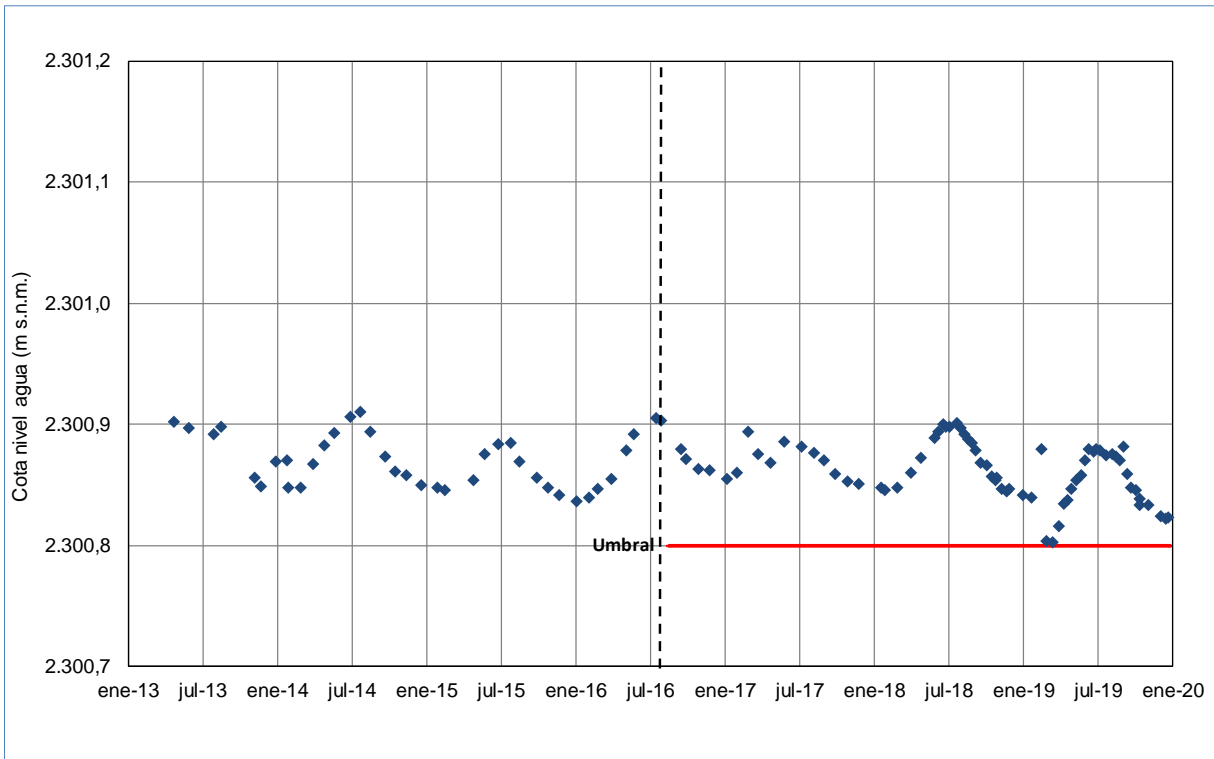
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-242 Niveles Punto de Monitoreo BA-07



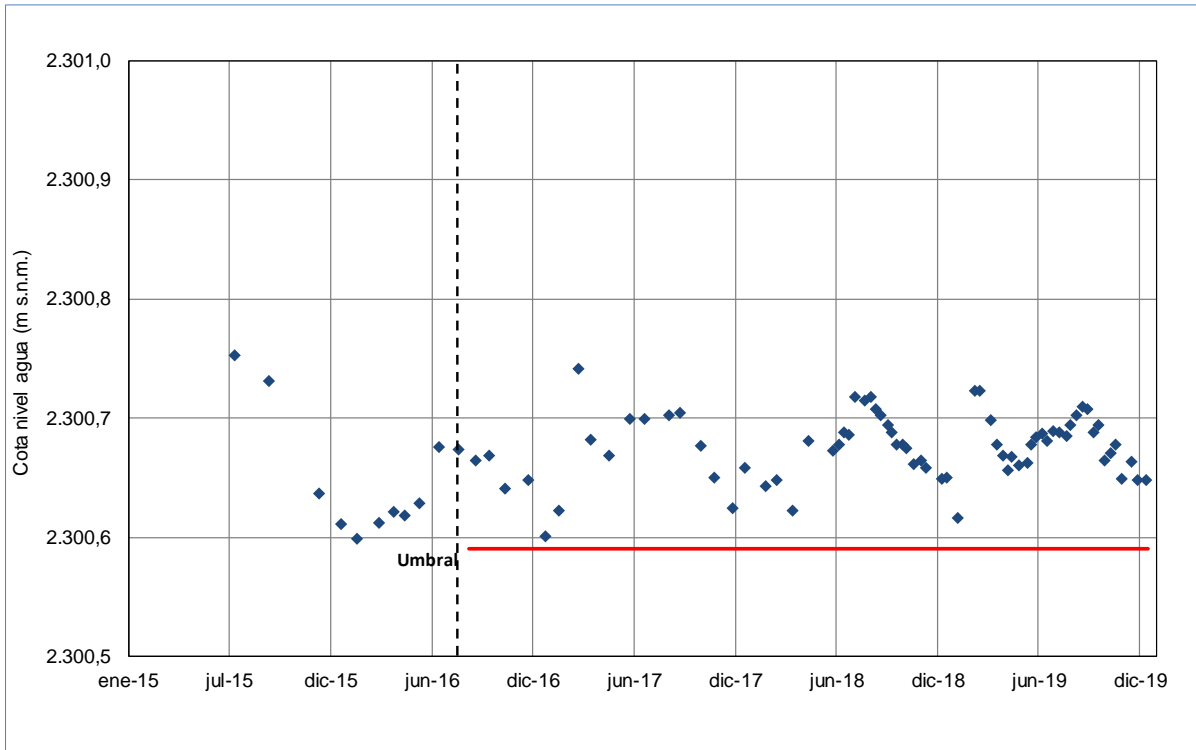
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-243 Niveles Punto de Monitoreo BA-16



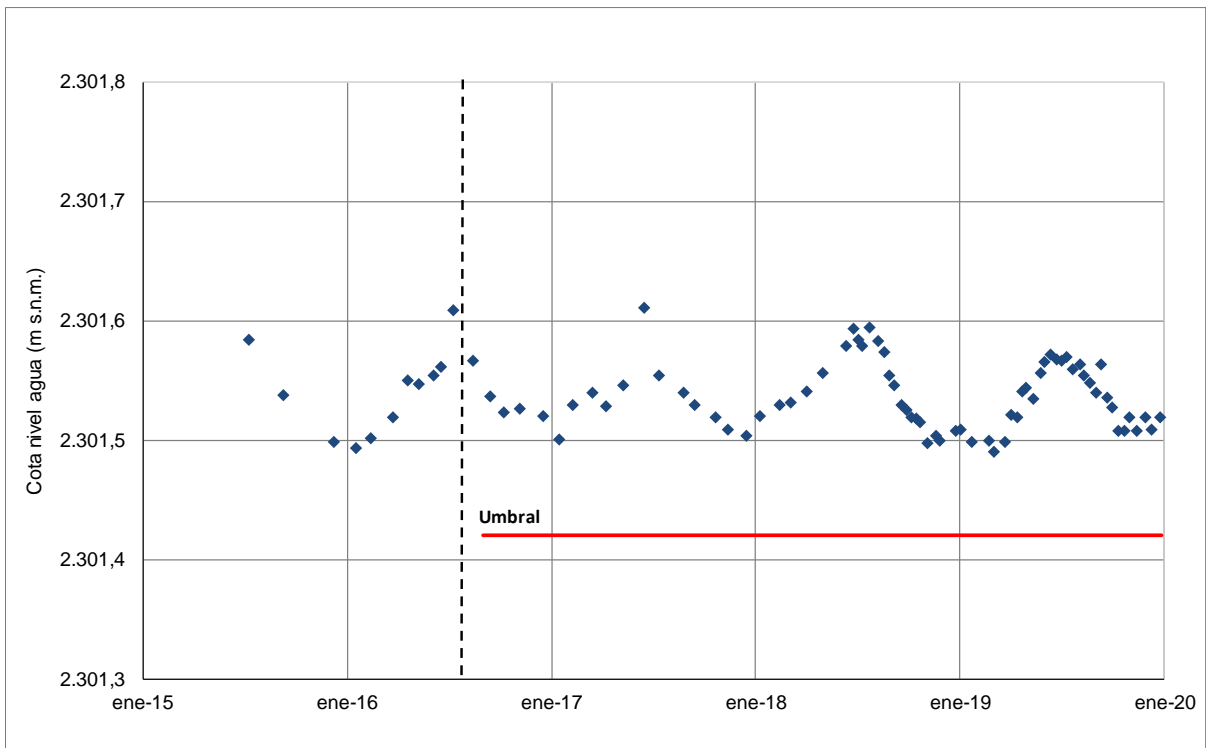
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-244 Niveles Punto de Monitoreo BA-28



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-245 Niveles Punto de Monitoreo BA-30



Fuente: Elaboración propia.

5.10.3 Sector de Alerta Norte

Para el sector de Alerta Norte, en el proceso de evaluación ambiental quedaron establecidas las condiciones de activación y desactivación de las distintas fases, con sus respectivos umbrales. Lo anterior se puede resumir indicando que se activan la Fase I y la Fase II, de manera consecutiva, cuando ALB reciba notificación por parte de la Autoridad Ambiental (SMA) de que SQM ha activado una de las Fases de su PAT con puntos de monitoreo en el mismo sector. Al respecto, cabe indicar que ha quedado establecido de esta manera en consideración que la información pública de SQM, que corresponde a los Informes del PSAH del Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”, es publicada con desfase temporal, lo que no permitiría una respuesta oportuna por parte de ALB, en caso de requerir activar las Fases de su PAT.

Dicho lo anterior, en la Tabla 5-62 se presentan los pozos y cotas de activación del PAT de ALB, aprobados en la RCA N° 21/2016, las cuales tienen como referencia el Informe N° 15 del PSAH del Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” de SQM. Asimismo, la ubicación de los puntos fue presentada en la Figura 4-17 del Capítulo 4.

Tabla 5-62 Cotas de Activación del Sector de alerta Norte

Nombre	Umbral Fase I (m s.n.m.)* PSAD56	Umbral Fase I (m s.n.m.)** WGS84	Umbral Fase II (m s.n.m.) PSAD56	Umbral Fase II (m s.n.m.)** WGS84
L1-G4 Pozo	2.298,51	2.299,37	2.298,35	2.299,21
L1-5	2.298,51	2.299,37	2.298,35	2.299,21
L3-9	2.299,37	2.300,25	2.299,34	2.300,22
L4-12	2.298,72	2.299,63	2.298,69	2.299,60
L5-10	2.299,05	2.299,97	2.299,02	2.299,94

* Referencia topográfica según Informe N° 15 del PSAH de SQM, en Datum PSAD56

**Referencia topográfica según Informe N° 17 del PSAH de SQM, en Datum WGS84

Fuente: Elaboración propia, en base aTabla 4-12 Anexo 3 Adenda 5 y referencias indicadas.

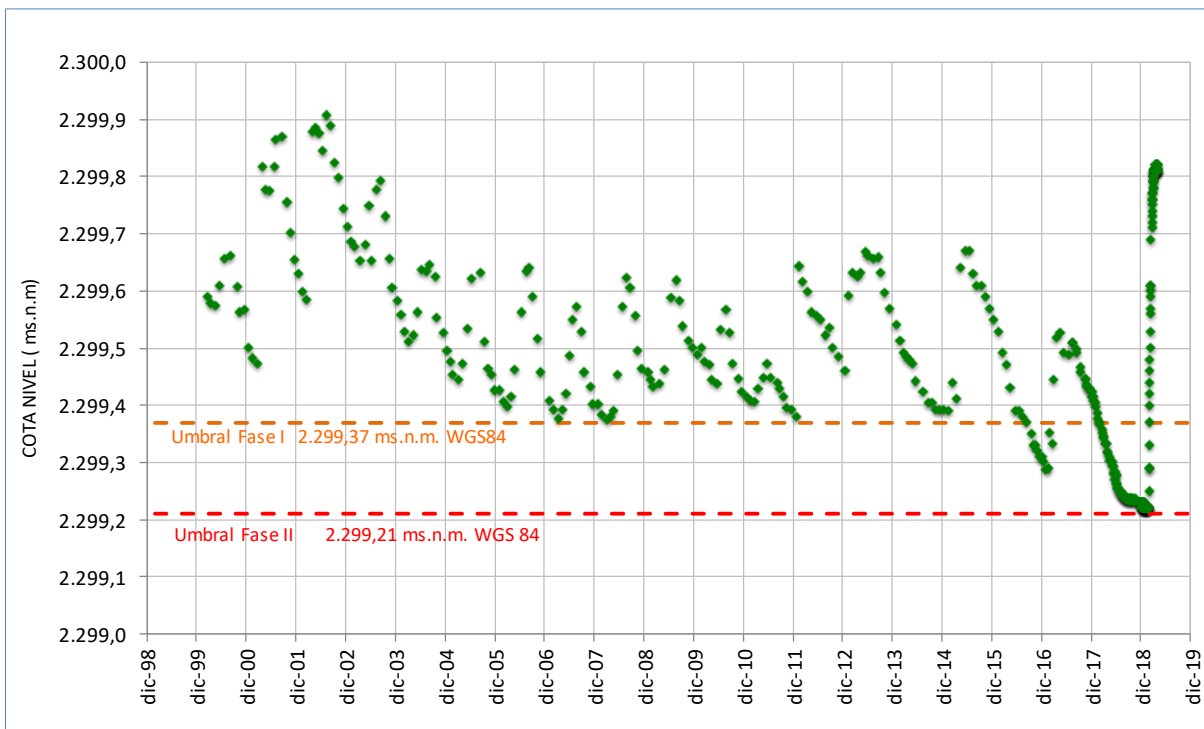
En la Figura 5-246 se muestra la evolución de los niveles de agua subterránea para el punto de monitoreo L1-5, junto con los umbrales del PAT Sector Alerta Norte de ALB, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS84 (los umbrales presentados en el Anexo 3 de la Adenda 5 del proyecto se han transformado a Datum WGS-84 siguiendo la misma metodología utilizada por SQM). Se observa que, a partir de febrero de 2018, los niveles de este punto de monitoreo descendieron bajo el umbral de activación de Fase I. Lo anterior gatilló que se activara el PAT Sector Alerta Norte de ALB en junio de 2018.

En la Figura 5-247 se muestra la evolución de los niveles de agua subterránea del punto de monitoreo L5-10 junto con los umbrales del PAT Sector Alerta Norte de ALB, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS84. Se observa que en diciembre de

2018, los niveles de este punto de monitoreo superan el umbral de activación de Fase I, lo que conlleva una nueva activación del PAT Sector Alerta Norte de ALB, como se detalla mas adelante.

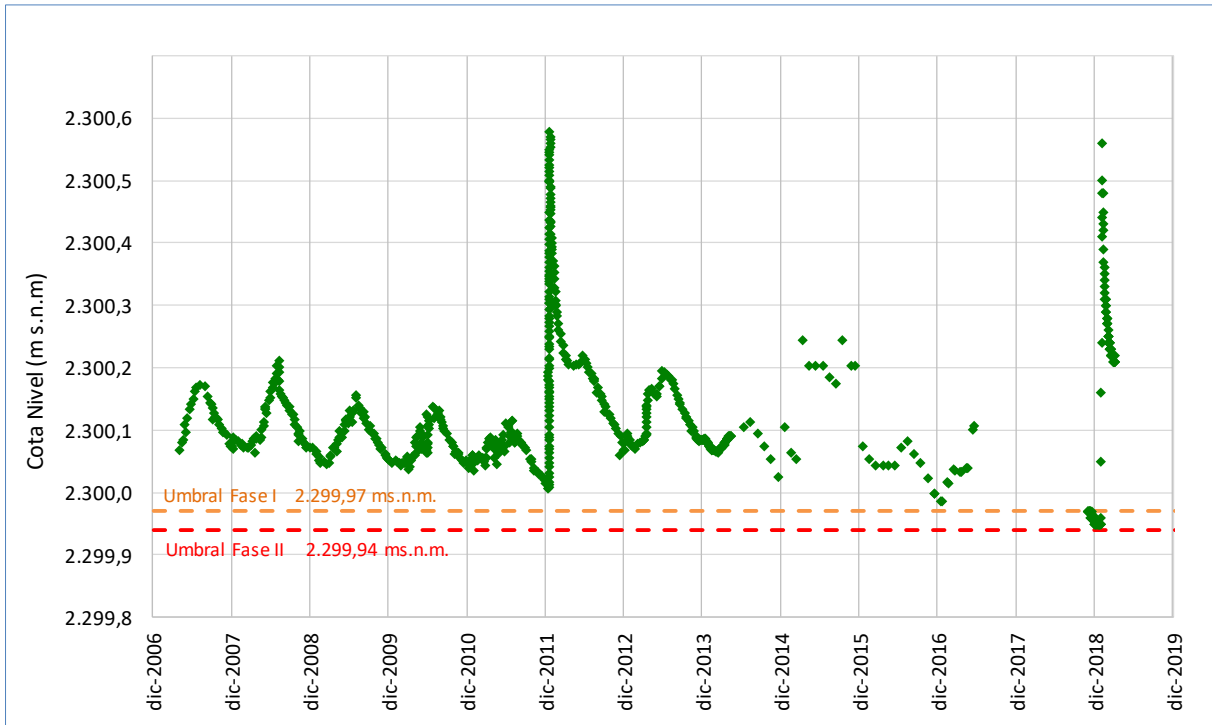
En la Figura 5-248 se muestra la evolución de los niveles de agua subterránea del punto de monitoreo L4-12 junto con los umbrales del PAT Sector Alerta Norte de ALB, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS84. Se observa que en enero de 2019, los niveles de este punto de monitoreo superan el umbral de activación de Fase I, lo que conlleva una nueva activación del PAT Sector Alerta Norte de ALB, como se detalla mas adelante.

Figura 5-246 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-5



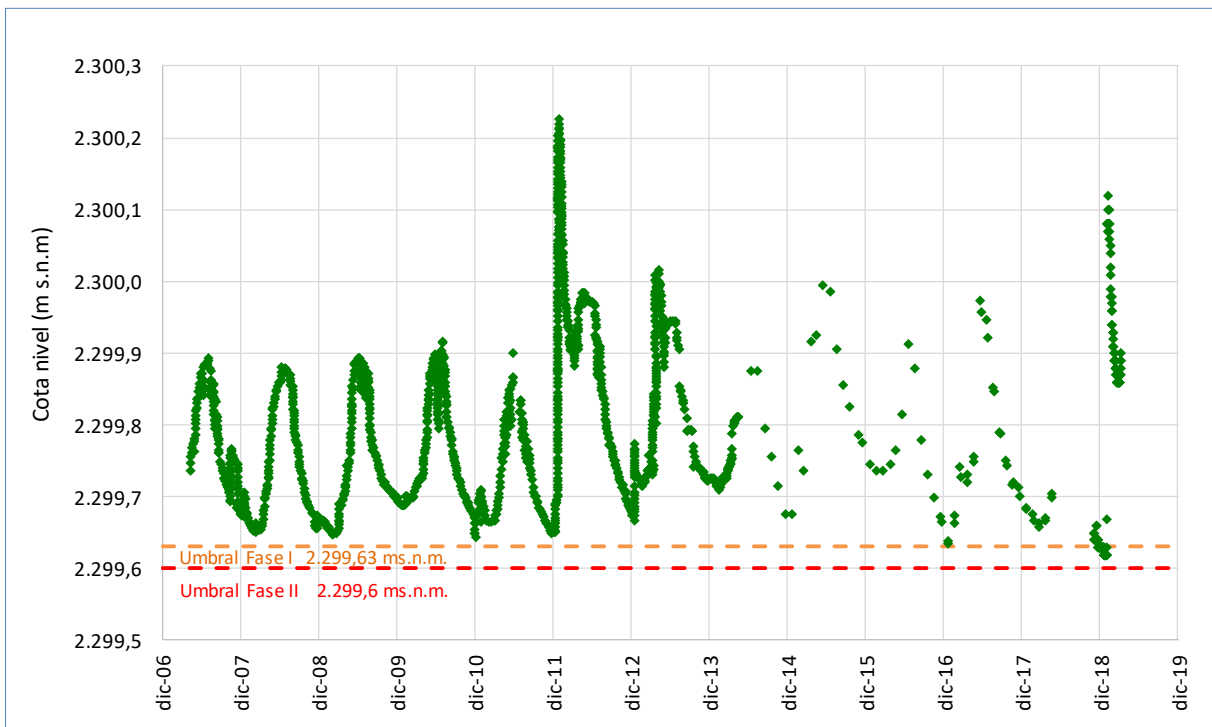
Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Informe N° 24 del PSAH de SQM (hasta 2018) e información obtenida via consulta a OIRS de la SMA (datos 2019).

Figura 5-247 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L5-10



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Informe N° 24 del PSAH de SQM (hasta 2018) e información obtenida via consulta a OIRS de la SMA (datos 2019).

Figura 5-248 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L4-12



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Informe N° 24 del PSAH de SQM (hasta 2018) e información obtenida via consulta a OIRS de la SMA (datos 2019).

Para dar contexto y detallar lo señalado en el análisis de las figuras precedentes, respecto a la activación del PAT Sector Alerta Norte de ALB en 2019, se debe señalar que ALB recepcionó una carta de requerimiento de información emitida por la SMA Región de Antofagasta el 26 de diciembre del 2018, Resolución RE MNZ N°87, con información de reporte de incidente ambiental por parte del Titular SQM Salar S.A. para los pozos L5-10 y pozo L2-7, indicando lo siguiente:

“a. Aviso de Incidente Ambiental ID 4360: “Con fecha 20 de diciembre 2018, se registró en el pozo L5-10, del Sistema Aguas de Quelana, una medición de 1.630 (medición desde el punto de referencia), que constituye un nivel medido inferior al umbral de activación para la Fase I (1,6250 m)”.

“b. Aviso de Incidente Ambiental ID 4361: “Con fecha 20 de diciembre 2018, se registró en el pozo L2-7, medición de nivel de 4.871 (medición desde el punto de referencia), es así como se observa un descenso mayor al máximo permitido para Fase I (4,865 m). Con respecto al pozo L1-3 se registró una medición de nivel de 7.811 871 (medición desde el punto de referencia), lo que constituye un descenso mayor al máximo permitido para Fase I (7,805 m).”

Como consecuencia de lo anterior, la SMA informa a ALB que, de acuerdo a lo dispuesto en el Considerando 10, Condiciones o Exigencias, de la RCA N°21/2016, Plan de Alerta Temprana³⁹, se tomen las medidas necesarias y correspondientes al Plan de Alerta Temprana de ALB.

Sumado a ello, en enero de 2019, ALB recibe una segunda carta de la SMA, RE AFTA N°001/2019 del 10 de enero 2019, en donde se informa que se recibió a través del Sistema Electrónico de Fiscalización Ambiental, otro reporte del titular SQM Salar S.A. que exponía lo siguiente:

“a. Aviso de Incidente Ambiental ID 4418: “Con fecha 08 de enero 2019, se registró en el pozo L4-12, del Sistema Aguas de Quelana, una medición de 1,324 m (medición desde el punto de referencia), que constituye un nivel medido inferior al umbral de activación para la Fase I (1,215 m). (...)”.

Al igual que en el caso anterior, y de acuerdo a lo dispuesto en el Considerando 10 de la RCA N°21/2016 de ALB, la SMA requirió información por parte de Albemarle Limitada, y la ejecución de las acciones descritas en el PAT de ALB, que involucraba el Sector Alerta Norte. Cabe señalar que, de todos los pozos reportados por SQM en las comunicaciones

³⁹ “[...] propone las medidas necesarias para corregir anticipadamente el comportamiento de las variables hídricas en caso de presentar diferencias con lo pronosticado en los escenarios de modelación y antes de generar un efecto adverso.[...]”

mencionadas, sólo los pozos L4-12 y L5-10 forman parte de la red de pozos incluida en el PAT Sector Alerta Norte de ALB.

Es importante mencionar que, en el año 2018 se había activado el PAT del Titular *SQM Salar S.A* en el mes de junio, y por consiguiente se activó el PAT de ALB⁴⁰ en uno de sus 3 sectores (Sector Alerta Norte), tal como fue descrito en Informe PSAH N°3, de monitoreo del año 2018.

Así, producto de la activación del PC de *SQM Salar S.A* y en respuesta al requerimiento de la SMA debido a esta nueva activación, ALB activó también su PAT en Sector Alerta Norte y sus medidas asociadas a la Fase I, lo que conllevó al aumento la frecuencia de monitoreo de las variables correspondientes, pasando de mensual a quincenal para la variable niveles freáticos y de trimestral a mensual en el caso de la posición de interfase salina y calidad de aguas. Este aumento en la frecuencia de monitoreo se materializó en los meses de febrero, marzo y abril de 2019, en todos los puntos de la red de monitoreo del PSAH donde se compromete el monitoreo de cada una de las variables indicadas.

Dado que aún se venían entregando informes producto de la activación del año anterior, informes desde julio 2018 hasta febrero 2019, como una manera de dar continuidad a la entrega de resultados de las variables, como fueron calidad química de aguas superficiales y subterráneas, es que la numeración de los informes entregado a la SMA bajo este contexto de PAT continuó en el 2019. De esta manera, con fecha 29 de marzo 2019, ALB comenzó a reportar la información de monitoreo de esta segunda activación de PAT, mediante el envío del “IX Informe de activación Fase I”, con los datos medidos en febrero. Considerando todos los sucesos, en enero de 2019 se realizaron mediciones quincenales en los puntos del PAT pertenecientes a la red del PSAH de ALB, con el fin de ajustar la planificación y realizar las mediciones adicionales, lo que fue reportado como “VIII Informe de activación Fase I”⁴¹.

Finalmente, el 20 de mayo de 2019, se recibió información solicitada por Ley de Transparencia, del estado a dicha fecha de la situación del *Plan de Alerta Temprana en Fase I sector Soncor y Aguas de Quelana de SQM Salar S.A*, donde se observó que los puntos activados L1-5 (en 2018), L4-12 y L 5-10 (en 2019) ya se encontraban fuera de la Fase I de activación, con lo que la frecuencia de reporte de la información registrada por ALB volvió a ser la de frecuencia normal (mensual y trimestral, respectivamente).

⁴⁰ Activación PAT junio 2018: Carta de requerimiento de información emitida por la SMA Región de Antofagasta mediante R.E. MZN N°30 del 11 de junio del 2018 que dispuso lo siguiente: “A la luz de la activación de la Fase II del Plan de Contingencia – Sistema Soncor en el pozo L1-5 y reglilla L1-G4, informado por el titular *SQM Salar S.A*.”

⁴¹ Informe Ingresado a la SMA con fecha 28 de febrero de 2019

En resumen, se puede señalar que durante 2019 y producto de la activación del PC de SQM Salar S.A, se activó el PAT Sector Alerta Norte de ALB, lo que conllevó a que los meses de enero, febrero, marzo y abril presentan mayor frecuencia de monitoreo respecto de lo registrado regularmente en el marco del PSAH de ALB.

En el marco de clarificar los pasos que se debieron realizar y las medidas adoptadas, se describen textuales cada una de las medidas establecidas en el PAT de ALB, en particular para el denominado Sector Alerta Norte, al activarse la Fase I, y que se encuentra contenido en el numeral 4.5 del Anexo 3 de la Adenda N°5, del EIA “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, donde se establecen las siguientes medidas:

“4.5.3 Plan de Medidas sector de alerta Norte

4.5.3.1 Medidas Fase I

Cuando se active la Fase I del Plan de Alerta Temprana del Sector de Alerta Norte deberán realizarse las siguientes acciones preventivas:

- a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses:*

Con el fin de facilitar la identificación de la causa de la activación de la Fase I del sector de alerta Norte se aumentará la frecuencia de monitoreo de las variables de niveles freáticos, calidades químicas y posición de la cuña salina, incluidas en la Tabla 4-7 (ver Tabla 2-3 del presente informe), en la frecuencia que se indica, para todos los puntos de monitoreo considerados en el Plan de Seguimiento Ambiental (Tabla 3-1).

El aumento de la frecuencia de monitoreo se mantendrá por un período de tres meses después de activada esta Fase I del PAT, aunque esta se desactive en un período menor y no se extenderá por más de tres meses.

- b) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital:*

Se entregará a la autoridad ambiental, en forma mensual, durante todo el período de activación de esta Fase I todos los datos brutos de monitoreo del PSA en formato de hoja de cálculo, para que estén a disposición de la autoridad y quien los solicite para los análisis que se consideren oportunos.

- c) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados:*

Utilizando el modelo numérico MODFLOW desarrollado en el proceso de evaluación ambiental del proyecto, o actualizado a posteriori, se activará la herramienta de verificación del efecto sinérgico (ver metodología en el capítulo 5 de este documento) para discernir las

causas y grado de contribución de los diferentes actores en la cuenca de los descensos medidos en el Núcleo del Salar.

Dentro de los 6 meses siguientes contados desde que Rockwood tomó conocimiento directamente o le fue notificado por la autoridad la activación de la Fase I del PC de SQM se entregará a la autoridad de la II Región el informe con los resultados obtenidos y sus conclusiones. El contenido del informe será el indicado en el punto 5.4 de este anexo.”

Tabla 5-63 Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT

Monitoreo	Frecuencia normal	Frecuencia Activación PAT (por tres meses)
Niveles freáticos	Mensual	Quincenal
Calidad de agua del acuífero y las lagunas	Trimestral	Mensual
Posición de la Interfase Salina	Trimestral	Mensual

Fuente: Tabla 4-7 de Anexo 3 Adenda 5.

Con respecto a la acción preventiva a), se aumentó la frecuencia de monitoreo durante los meses de febrero, marzo y abril del 2019 en la variables y frecuencia indicadas en la Tabla 2-3. En el caso de la acción preventiva b), se ha entregado a la autoridad ambiental, en forma mensual durante todo el periodo de activación, todos los datos brutos de monitoreo del PSAH en formato de hoja de cálculo. Dicha información ha quedado respaldada por todas las cartas entregadas a la Autoridad durante los meses de febrero a septiembre de 2019. En Anexo M de este Informe Anual se entrega el Respaldo de todas estas cartas.

Finalmente, en el caso de la acción preventiva c), se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega de resultados con fecha 04 de julio de 2019 a la SMA, dando cumplimiento al numeral 10.20 de la RCA N° 21/2016.

6 DISCUSIONES

El presente capítulo entrega las discusiones de los resultados del PSAH 2019, cuyo análisis se estructura como sigue:

- i. En relación a límites establecidos en RCA N° 21/2016
- ii. Análisis del año hidrológico
- iii. Análisis de la evolución de la evapotranspiración
- iv. Análisis Integrado de la Información por Sectores
- v. Discusión y revisión del estado del PAT
- vi. En relación Reportabilidad en Planillas Formato RES 894/2019
- vii. En relación a entregables 2019, en el marco de la RCA 21/2016

El desarrollo de la discusión se organiza con el objetivo de verificar aquellas condiciones que han quedado como compromisos de cumplimiento en las Resoluciones de Calificación Ambiental y ratificar el entendimiento del sistema hidrogeológico descrito en el modelo conceptual presentado en el Anexo 1 de la Adenda 5.

Bajo este contexto, en el numeral 6.7 de este capítulo, se detalla todo lo entregado durante el año 2019, que incluye la entrega de la actualización del Modelo Hidrogeológico en marzo 2019 a la SMA.

6.1 Análisis en relación a límites establecidos en RCA N° 21/2016

A continuación, se describe el comportamiento de las variables ambientales con respecto a los niveles o límites comprometidos para cada componente en el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016.

6.1.1 Superficie Cubierta por Lagunas

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener superficie sobre mínimo histórico*”, por lo que se han comparado los valores mínimos de superficie lagunar registrados en el año 2019 y descritos en el Capítulo 5.3, con el valor mínimo histórico para cada sistema lagunar, también contenido en el mismo capítulo.

En la Tabla 6-1 se presentan los valores mínimos de superficie cubierta de agua para los distintos sistemas lagunares, obtenidos desde imágenes de alta resolución, tanto en la campaña de invierno (agosto) como de verano (diciembre) de 2019, junto con la superficie mínima histórica.

Tabla 6-1 Superficie cubiertas por Lagunas

Sistema Lagunar	Superficie Mínima Histórica (ha)	Superficie Mínima 2019 (ha)
La Punta-La Brava	31,6 (verano)	52,8 (invierno)
Peine	48,9 (verano)	86,7 (invierno)
Aguas de Quelana	11,3 (verano)	39,8 (verano)
Soncor	192,4 (verano)	216,5 (verano)

Fuente: Elaboración propia y datos históricos Adenda 5.

Según estos resultados, se tiene que todas las superficies lagunares para el año de monitoreo 2019 se encuentran por sobre el mínimo histórico. Como se ha mencionado, las variables que afectan al régimen lagunar son principalmente la evaporación y las precipitaciones, teniendo efecto en la superficie ocupada por las lagunas durante los siguientes 6 meses e incluso 1 año, siendo la causa principal de la extensión de estos cuerpos de agua.

6.1.2 Nivel Limnimétrico de las Lagunas

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, por lo que se han comparado los valores de nivel limnimétrico registrados en el año 2019 con los valores históricos, ambos presentados en el Capítulo 5.4, para cada uno de los sistemas lagunares.

En relación al comportamiento histórico, en general, los puntos de medición presentan oscilaciones cíclicas estacionales en sus niveles, con máximos en los meses de invierno y

mínimos en los meses de verano, destacando en 2019 el pronunciado ascenso de las cotas en el mes de febrero, producto de los eventos de precipitación. El comportamiento fue diferente para cada sector, donde se tiene una diferencia máxima entre registros que va desde los 17 cm aproximadamente en el Sector La Punta – La Brava (máximo ascenso en LM-02) a los casi 30 cm en el Sector Peine (máximo ascenso en LM-10). En el caso del Sector Norte y Borde Este, la diferencia de cotas es mucho menor, siendo sólo de un par de centímetros.

En particular, las variaciones anuales del nivel durante el 2019 en el sector La Punta-La Brava se mantienen en torno a los 10 cm para la mayoría de los puntos, según se presenta en Figura 5-30. En cuanto a la amplitud de los registros en el caso particular del punto LM-02 (Laguna La Punta) éste presentó la amplitud máxima, de 16,6 cm. Por otra parte, los valores mínimos de las series de datos se registraron en los meses de enero y diciembre. En el caso del limnómetro LM-16, éste también presenta la misma oscilación natural, con amplitud de 14,5 cm, con una diferencia de aproximadamente 7 m en valor absoluto de la cota del espejo de agua con respecto a los otros limnómetros. Lo anterior se debe a que LM-16 se encuentra aguas arriba del sector lagunar (ver Figura 5-28), en Tilopozo.

Por su parte, en el sistema Peine durante el 2019, se observó un comportamiento más heterogéneo entre los distintos puntos de medición, según se presentó en la Figura 5-33. Se tiene que los puntos de monitoreo LM-07 y LM-08 (Laguna Saladita) tienen una variación muy menor, a diferencia de los puntos de monitoreo LM-05 y LM-06 (Laguna Salada), que registran mayor variación, sin alcanzar los 10 cm aproximadamente. En cambio, los limnómetros LM-09 y LM-10 (Laguna Interna) presentan fuertes ascensos, con diferencia de casi 30 cm en ambos puntos, debido a las precipitaciones registradas en febrero. Las cotas más bajas del nivel de agua registradas en el sector corresponden a las del limnómetro LM-17, debido a que este limnómetro se sitúa a un kilómetro al Noroeste de la Laguna Interna, en la zona de avance de ésta y más cercano a la zona del Núcleo del Salar. También se observa un comportamiento histórico estacional de su nivel de agua. Si bien este punto tiene un registro que no es continuo, ya que estacionalmente está seco, presenta la mayor variabilidad anual de niveles, con un gran aumento de su nivel a fines de 2019.

Finalmente, el sector Norte y Borde Este registra un comportamiento similar en todos sus puntos de monitoreo, con sincronía en los descensos y aumentos de niveles en los puntos ubicados en cada sistema lagunar (descensos en verano y recuperación en invierno), manteniendo una tendencia general estable en su comportamiento histórico. Se presentan con poca variabilidad a lo largo del año 2019, de hasta sólo 5 cm en todos los puntos de monitoreo, de acuerdo a la Figura 5-35.

En general, se observa una estabilidad en los valores, con oscilaciones con máximos en invierno y mínimos en verano, lo que se atribuye a la variación estacional.

Según todo lo previamente mencionado, las variaciones de niveles limnimétricos de las lagunas se mantienen dentro de los rangos de oscilación natural.

6.1.3 Aforos de Caudales Superficiales

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener los caudales dentro de su variación histórica*”, por lo que se han comparado los valores obtenidos mediante el aforo de caudales superficiales en el año 2019 con los valores históricos, ambos presentados en el Capítulo 5.5, específicamente en la Figura 5-38.

Respecto a los puntos de aforo que se encuentran en el sistema lagunar Peine, las estaciones de aforo AFP-01 y AFP-02, en general, muestran valores menores a los registrados en 2018, con mínimos registrados en diciembre 2019, pero dentro de los registros históricos⁴² y manteniendo la tendencia. En el caso de AFP-03, se tiene un sólo registro en junio de 2019, debido a que en la época de reproducción de los flamencos no siempre se tiene acceso al lugar, el cual es muy similar a los registrados en 2018 y se encuentra del rango histórico para las mediones de este punto. Para AFP-04, se tienen caudales más variables, evidenciando ciertas recuperaciones o afloramientos entre AFP-03 y AFP-04, lo que estaría mostrando un comportamiento distinto a la dinámica de flujo esperada en los canales del sistema Peine. Lo anterior, podría suponer que el punto AFP-04 no es representativo, en cuanto al comportamiento de sus caudales.

Por otra parte, los valores registrados por las vertientes Anterepresa Tilomonte y Peine durante el 2019, también se encuentran dentro de su variación histórica.

Conforme a lo anterior, se concluye que las variaciones en los valores de caudales superficiales se mantienen dentro de su variación histórica, a excepción del AFP-04 que, además de mostrar un comportamiento diferente al resto de puntos de medición de caudal, mostró el mínimo histórico en diciembre de 2019 (9,38 L/s), más bajo que diciembre del 2018.

⁴² El Rango histórico de cada punto de aforo corresponde a los valores mínimo y máximo registrados entre el año 2014 y septiembre de 2016, los cuales corresponden a: 24,28 L/s a 90,7 L/s para AFP-01; 13,99 L/s a 45,85 L/s para AFP-02; 17,1 L/s a 34,11 L/s para AFP-03; 12,84 L/s a 46,76 L/s para AFP-04; 19,24 L/s a 58,8 para A. Tilomonte (0,8 L/s de octubre de 2015 se considera un dato anómalo); y 5,1 L/s a 22,65 L/s para V. Peine.

6.1.4 Niveles Freáticos en Salmuera y en agua dulce-salobre

6.1.4.1 Niveles Freáticos en Salmuera

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Descenso según modelo*”, por lo que se han comparado los valores de niveles freáticos registrados en el año 2019, presentados en el Capítulo 5.6 con los niveles modelados en los escenarios de caso base con Proyecto (Esc1-CP) y recarga reducida (Esc2-CP) presentados en la sección 11.5 del Anexo 1 del Adenda 5.

El escenario caso base analiza la respuesta del sistema a la condición con Proyecto ante condiciones hidrológicas esperables, con montos de recarga por precipitación acorde a lo estimadas en base a los registros históricos de precipitaciones.

El escenario de recarga reducida analiza la respuesta del sistema a la condición con Proyecto ante situaciones hidrológicas extremas y que conlleven montos de recarga por precipitación menores a los estimados como más probables de acuerdo a la estadística histórica y utilizada en la evaluación del Proyecto. Desde este punto de vista se trata de un escenario ambientalmente desfavorable en relación a la disminución natural de la precipitación.

Considerando que los puntos más relevantes para la verificación del comportamiento de los niveles freáticos del sector Núcleo, donde subyace la salmuera, corresponden a los pozos que conforman el PAT en el Sector de alerta Núcleo, es en estos puntos en los cuales se realiza la comparación entre lo observado y lo modelado.

En la Figura 6-1 se presenta las series simuladas en los dos escenarios considerados versus los valores observados. Al respecto, se observa como los niveles observados presentan tres aumentos súbitos, los que se asocian a eventos de precipitación registrados a comienzos de los años 2015, 2017 y 2019, los que hacen que, por un lado, los niveles suban y, por el otro, las tasas de descenso inmediatamente después de las precipitaciones, sea mayor a la tasa en régimen previo al evento. Durante el 2019 se tiene una tasa de descenso un tanto mayor a la que venía desde el 2018, y luego, aproximadamente a mitad de año, la tasa de descenso disminuye en su pendiente, pero los niveles no muestran aún estabilización.

Si se comparan los niveles observados con los simulados en Esc1-CP y en Esc2-CP, se observa que los niveles observados muestran en un comienzo (2015) un comportamiento que se mantenía dentro de las líneas de tendencia de lo modelado, hasta diciembre 2018. Entre esos años, los niveles se fueron ajustando, tal como fue en el aumento súbito de nivel al evento de precipitación del año 2015, simulado en el 2015 (Esc1-CP) y modelado en 2016 (Esc2-CP), pero no siendo así para el segundo aumento súbito de precipitaciones del año

2017, ya que según lo estimado en base a los registros históricos de precipitaciones no se preveía un año húmedo en el período de simulación en 2017 ni tampoco para comienzos del 2019. Lo anterior se observa claramente en la Figura 6-1, en donde, para el verano 2019, se produce un aumento muy elevado de los niveles en todos los pozos, producto de las precipitaciones, niveles que posteriormente descienden con una fuerte tasa durante el resto del año. Durante el resto de 2019, la tendencia de descenso se observa mayor a la esperada según el modelo, pero con niveles muy por sobre lo proyectado y no mostrando aún una estabilización a la fecha.

Figura 6-1 Comparación niveles simulados versus observados en pozos PAT

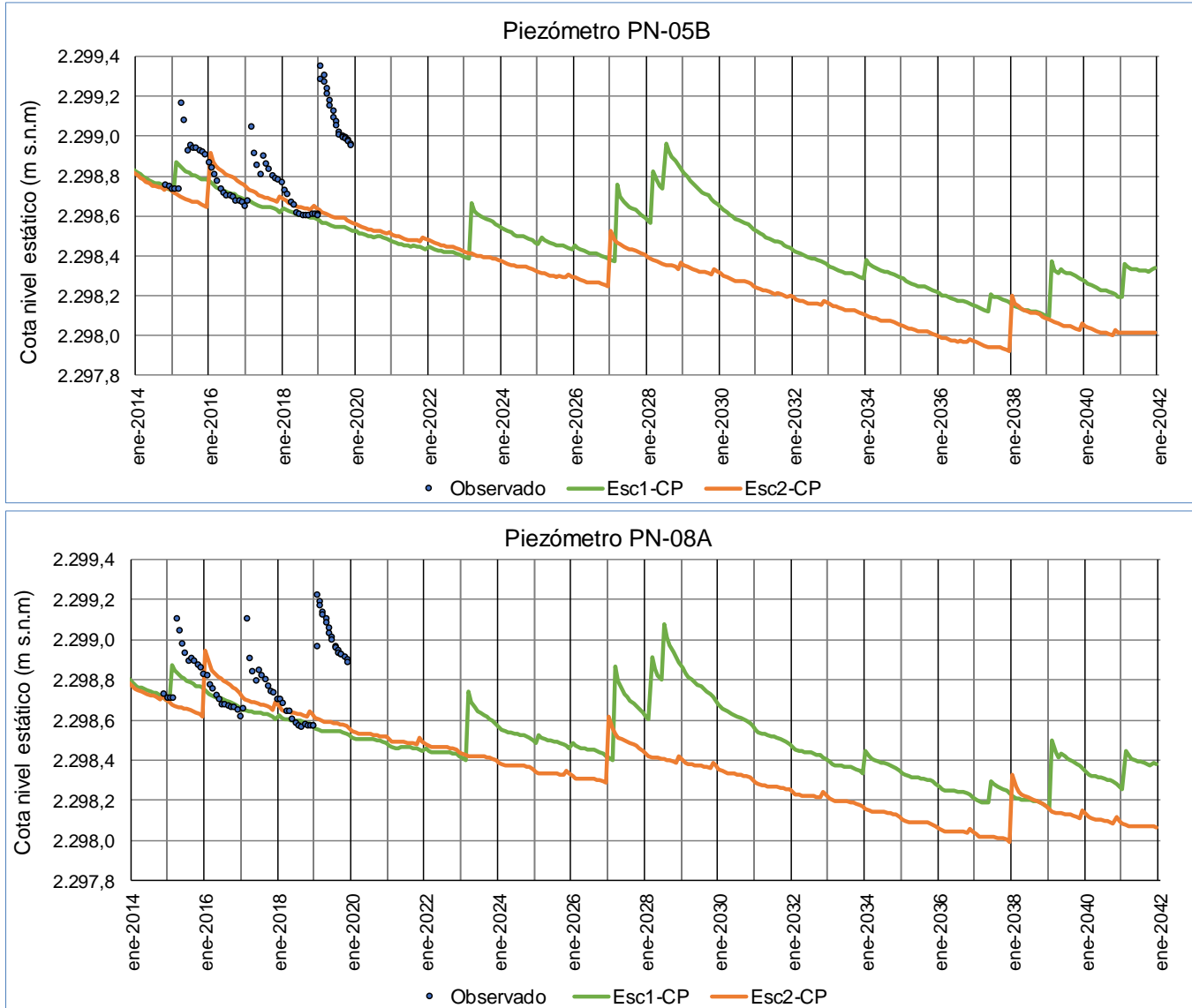
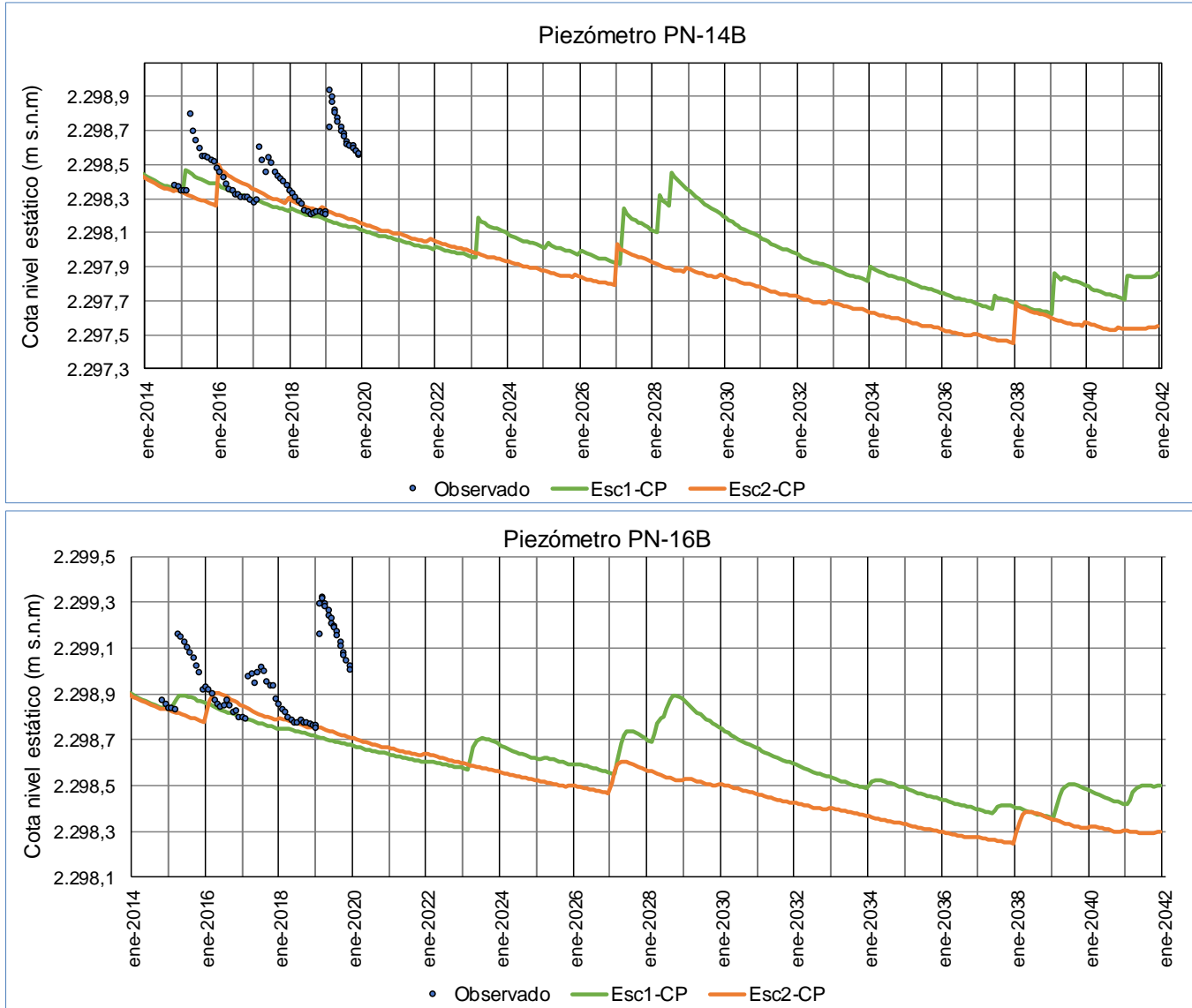


Figura 6-1 (Cont.) Comparación niveles simulados versus observados en pozos PAT



Fuente: Elaboración propia.

6.1.4.2 Niveles Freáticos en agua dulce-salobre

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, por lo que se han comparado los valores de niveles freáticos de agua dulce-salobre registrados en el año 2019 con los valores históricos, ambos presentados en el capítulo 5.6.

Los puntos de monitoreo que registran esta variable, están distribuidos en los sectores La Punta-La Brava, Peine, y Norte y Borde Este, en particular, en la Zona Marginal y borde del Salar.

Los niveles en el Sector La Punta-La Brava, y especialmente en el entorno de las lagunas, se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente, según fue presentado en la Figura 5-40. Lo mismo ocurre para el sistema Peine, donde para todos los puntos en el entorno de las lagunas, como se observa en la Figura 5-48, los niveles de aguas subterráneas también se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrados históricamente hasta la fecha. En ambos sectores, los puntos de monitoreo ubicados en cotas altas, entre la Zona Marginal y quebradas aportantes, presentaron niveles estables, con influencia estacional y, en las zonas más cercanas al Núcleo, ascensos notorios en los niveles en los meses de febrero y marzo producto de los eventos de lluvias ocurridos en los años 2015, 2017 y 2019. Se destaca que los niveles freáticos presentan mayor variabilidad y mayor respuesta a las precipitaciones mientras más cercano es el punto de monitoreo al Núcleo. Esto se puede observar en la Figura 5-44 y Figura 5-46 para los niveles de los piezómetros someros situados en la zona Norte y Este del sistema lagunar La Punta-La Brava y en la Figura 5-51 y Figura 5-52 para el sistema lagunar Peine. En dichas figuras se observa que los niveles presentaron un salto con incremento de niveles en el primer trimestre de 2017, relacionado con los eventos de precipitaciones acontecidas durante dicho período del año, en 2018 se mantuvieron las tendencias estacionales normales para años sin precipitaciones, y en 2019 nuevamente se observa un salto con incremento de niveles debido al evento de precipitaciones, acontecido entre fines de enero y principios de febrero. Esta alza de niveles es, en términos generales y para la mayoría de los piezómetros someros, mayor respecto a alzas de niveles por precipitaciones en años anteriores. En el entorno del sistema lagunar La Punta y La Brava se registraron cambios de nivel de hasta 67 cm aproximadamente (BA-11) y en el entorno del sistema lagunar de Peine de hasta 90 cm aproximadamente (MPS-CA).

Por otro lado, el registro histórico del sector Norte y Borde Este (Figura 5-54 y Figura 5-55), que es breve por ser pozos nuevos, no permite realizar un análisis temporal muy extenso de sus evoluciones. Sin embargo, se puede observar que para los puntos MP-12A y MP-12C, se observa una tendencia relacionada a las variaciones estacionales y, en 2019, se observa

una leve alza de los niveles, presentando entre 2016 a la fecha una tendencia al ascenso de los mismos.

En cuanto a los niveles de BA-31, presentan una tendencia sostenida al descenso posterior a las precipitaciones de 2017, que parece estabilizarse levemente a finales del 2018, para luego presentar un salto de nivel a inicios de 2019, de 50 cm aproximadamente debido a las precipitaciones, y después retoma una tendencia de descenso hacia fines del año 2019, alcanzando en diciembre valores muy cercanos al máximo de febrero 2017.

Según lo previamente mencionado, para los niveles freáticos de aguas dulce-salobre, en 2019, se observa en general una recuperación de los niveles, que hacen cambiar los valores de tendencia aumentando o ascendiendo el valor de sus cotas de manera considerable sobre todo en los barrenos cercanos a las zonas de las lagunas, y con variaciones positivas que se mantienen dentro de los rangos históricos, que serían de oscilación natural. Es importante destacar que los niveles de de agua dulce-salobre (aguas someras) están altamente influenciados por lo que sucede a nivel superficial, incluyendo los eventos de precipitación, y que no están siendo afectados por el bombeo de los pozos de extracción. Lo anterior, es consistente con el modelo conceptual del Salar.

6.1.5 Posición de la Interfase Salina

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener posición de la Interfase Salina*”, por lo que se han comparado los resultados de perfiles de conductividad eléctrica en profundidad dentro de los pozos en el año 2019 con los valores históricos, ambos presentados en el capítulo 5.7.

Considerando los resultados del año 2019, presentado en los perfiles de conductividad eléctrica de la Figura 5-72 a la Figura 5-99, en general para todos los puntos de monitoreo, de todos los sectores, se observa que se han mantenido los rangos de profundidad entre los cuales se presenta la variación de conductividad eléctrica y, por lo tanto, la mantención de la posición de la Interfase Salina.

Para el sector La Punta – La Brava se tiene que la posición de la Interfase Salina se encuentra entre los 11 a 13 metros de profundidad (pozo MP-01C) y los 68 a 74 metros de profundidad (MP-09C). En el sector Peine, la posición de la interfase salina se encuentra desde los 3 a 5 metros de profundidad (MPS-AC y MPS-CC) y los 90 a 110 metros de profundidad (PP-03). En el sector Norte y Borde Este, la posición de la Interfase Salina se encuentra entre los 20 y 70 metros de profundidad (MP-12C). Se destaca para todos los sectores que la Interfase Salina se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos donde se realiza la medición se alejan del sector Núcleo.

6.1.6 Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener parámetros dentro de variabilidad natural*”, por lo que se han comparado los resultados de calidad química del agua en el año 2019 con los valores históricos, ambos presentados en el capítulo 5.8.

Los resultados por sector muestran que para las aguas subterráneas someras y aguas mas profundas los elementos analizados se ajustan a los rangos y variabilidad natural histórica, no presentando mayores diferencias en comparación con años previos.

La diferencia se observa en las aguas superficiales, principalmente puntos de las lagunas (LM), en donde las precipitaciones acontecidas en enero y febrero de 2019, provocaron aumentos en las concentraciones de sales disueltas, por sobre los registros máximos históricos hasta ahora registrados (2013-2018). Lo anterior queda en evidencia al observar los registros de CE, Cloruros, Nitratos, Sulfatos, etc.

Junto a lo anterior, al analizar los diagramas de piper se observa que la clasificación de aguas otorgada para cada sector se mantiene, siendo en general del tipo cloruradas sódicas. Esta composición exceptúa a las vertientes o escurrimientos superficiales, como son Quebrada Camar, que se clasifica como un agua de composición intermedia sulfatada sódica, y Vertiente Peine, que corresponde a aguas cloruradas sódico-cálcicas.

Según lo previamente mencionado, es posible afirmar que se han mantenido los parámetros físico-químicos de las muestras y sus composiciones dentro de la variabilidad natural de calidad química del agua.

6.1.7 Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre

El nivel o límite comprometido para estas variables en la RCA es “*Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente*”, por lo que se han comparado caudales bombeados de salmuera y agua dulce-salobre durante el año 2019, presentados en el capítulo 5.9.1 y 5.9.2, respectivamente, con los valores autorizados ambientalmente. Este análisis se presenta a continuación.

6.1.7.1 Caudales Bombeados en Salmuera

En la Tabla 6-2 se presenta la regla de extracción de salmuera aprobada en la RCA N°21/2016, que autorizó un aumento del caudal de extracción de 142 L/s a 442 L/s (300 L/s adicionales, exclusivos desde el área de bombeo A1), como caudal medio anual.

Tabla 6-2 Regla de extracción aprobada, RCA N° 21/2016

		Previo a RCA 21/2016	Inicio proyecto (28.09.16)	Inicio+6 meses (01.04.17)	Inicio+12 meses (01.10.17)	Inicio+18 meses (01.04.18)	Inicio+24 meses (01.10.18)
Área de Bombeo	A1	60	120	180	240	300	360
	A2	82	82	82	82	82	82
Aumento Extracción (L/s)		0	60	120	180	240	300
Extracción Total (L/s)		142	202	262	322	382	442

Fuente: Modificada de Tabla 5-17 Anexo 1, Adenda 5 y Tabla 1 RCA N° 21/2016.

El Proyecto inició su fase de operación el 28 de septiembre de 2016 por lo que, desde octubre de 2018, el límite de extracción total quedó fijado en 442 L/s, lo cual se mantiene para el año 2019.

Tal y como se indica en el capítulo 5.9.1, el volumen de extracción total de las áreas A1 y A2 para 2019 fue de 13.938.128 m³, lo que es equivalente a un caudal medio anual de 441,96 L/s (359,68 L/s para A1 y 82,17 L/s para A2). Por lo anterior, la extracción de ALB no excede al caudal medio anual establecido en la evaluación ambiental, el cual es de 442 L/s.

6.1.7.2 Caudales Bombeados en agua Dulce-Salobre

En cuanto a la extracción de agua dulce-salobre, ésta se encuentra autorizada ambientalmente de manera conjunta para los pozos Tilopozo y Tucúcaro, según se indica en las resoluciones ambientales citadas a continuación:

- RCA N° 403/2003 que aprobó el Proyecto “Secador Planta Potasa Rockwood Lítico Limitada”, autorizó extracción de 10,9 L/s entre Tilopozo y Tucúcaro.
- RCA N° 21/2016, autorizó extracción adicional de 6 L/s entre Tilopozo y Tucúcaro.

Sobre la base de estas autorizaciones ambientales, se cuenta con un caudal máximo para extracción conjunta de 16,9 L/s, y considerando que durante el año 2019 el caudal máximo extraído fue del orden de 7,07 L/s (Tabla 5-59), conformado por 5,03 L/s desde pozo Tilopozo y 2,07 L/s desde pozo Tucúcaro, se indica que los caudales de extracción se mantuvieron dentro de lo autorizado ambientalmente.

Adicionalmente, también se cuenta con autorización para extraer un máximo de 5 L/s del pozo Peine, para uso en el campamento emplazado en dicha comunidad. Desde Julio de 2016 el caudal extraído por este pozo fue disminuyendo paulatinamente, con una extracción anual media de 0,04 L/s durante el 2019 (Tabla 5-59 y Figura 5-235).

6.2 Análisis del año hidrológico

Los sistemas de interés ambiental dependen altamente del recurso hídrico, y en particular de la disponibilidad de agua en la zona, lo que está directamente relacionado con la ocurrencia

o no de precipitaciones. Para abordar esta temática, se considera necesario realizar un análisis hidrológico que permita situar el año 2019 en relación a la serie histórica, vale decir, caracterizar el tipo de año hidrológico en términos de probabilidad de excedencia.

Para realizar el análisis hidrológico, se consideran las precipitaciones anuales de las estaciones meteorológicas ubicadas en el Salar de Atacama con estadística suficiente y consistente para el estudio, según esto, se han considerado 7 estaciones de la DGA y la estación de Albemarle, EM-SCL reemplazada por EM-Rockwood. En la Tabla 6-3 se presentan las series de precipitaciones anuales consideradas.

Tabla 6-3 Series de Precipitaciones Anuales (mm)

Año	Estación Meteorológica							
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camar	SCL / Rockwood
1970	-	-	14	-	-	-	-	-
1971	-	-	0,6	-	-	-	-	-
1972	-	-	81	-	-	-	-	-
1973	-	-	51,1	-	-	-	-	-
1974	-	-	2,5	-	-	-	-	-
1975	24	-	40	128,1	-	-	-	-
1976	14	-	39	45,8	-	-	-	-
1977	5,5	168	61	71	-	-	-	-
1978	39	35,9	18	43,5	-	91,1	-	-
1979	21	67,1	23,6	40,5	-	142,9	17	-
1980	21,5	31,6	12,5	3,5	-	55,7	20	-
1981	11,5	113,4	23,5	29,5	-	126,1	96	-
1982	6	9,1	8	19,1	-	57,8	10,5	-
1983	40,5	73,4	23	62	-	152	74	-
1984	50	220,8	10,5	155,9	-	341,5	125	-
1985	27,2	95,9	35	48	-	259,5	35	-
1986	15,5	116,1	40	46,6	-	187	60,5	-
1987	69,5	148,1	47,5	97,2	-	282,9	60,9	-
1988	0	9	0	0	-	75,7	3,1	-
1989	12	91,3	42,5	40	-	132,7	40,5	-
1990	14,1	64	-	33,1	-	128,3	25,5	-
1991	0	9,6	-	0,8	-	82,4	2	-
1992	11	7,5	-	16,5	-	45	8,1	-
1993	10,5	37,9	-	13,8	-	124,1	20,1	-
1994	1,5	42,4	-	10	-	116,6	12,4	-
1995	17,5	81,3	-	2	-	180,5	28,5	-
1996	11,5	20,2	-	24,5	48	20,5	16	-
1997	26,5	129,1	-	60,5	82	186,6	60,5	34,5
1998	9	30,1	-	14	9	79,9	2	5,5

Año	Estación Meteorológica							
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camar	SCL / Rockwood
1999	18,5	70,2	-	23	38	243	25,5	8,5
2000	5,5	112,7	-	70	112,5	244,7	37,9	9,4
2001	37,5	194,3	-	55	161	421,7	98,5	85,9
2002	79	100,9	-	34	99	71,5	58,8	42
2003	48	21,6	-	24	50	36	17	2
2004	1,5	42,8	-	13,5	41,5	6,8	5	1,5
2005	17,5	67,2	-	17	58,7	110,2	33	8,5
2006	4	4,5	-	14,2	28,7		13,4	7,6
2007	0	4,1	-	0	11,9	53,4	8,1	0
2008	0	35,6	-	4,8	40	123,1	5,2	10
2009	2,5	20,5	-	3,8	2,7	36,7	6	2,4
2010	2	16,9	-	1,5	12	8,8	2	0
2011	28,4	70,6	7,2	102,9	41	207	43,9	16,72
2012	38	220,7	113,9	121,2	194	352,7	90,4	0
2013	37,5	71,5	96,6	73,4	133	94,2	46,5	42,5
2014	3,5	55,6	12,8	1	6	63,4	2,4	4,2
2015	58,5	88,4	36,9	126,1	186	0	89,2	40,55
2016	0	87,8	0	0	0	0	23	3,28
2017	46	182,1	-	0	192,2	174,8	166,2	65,7
2018	8	89,1	-	-	53	155,9	32,9	3,5
2019	3,5	126,2	-		177	-	212,0	48,2
Promedio	19,5	76,4	31,1	39,3	74,1	131,8	42,3	18,4

(-) Sin registro

Fuente: Elaboración propia.

Para caracterizar el comportamiento hidrológico de cada una de las estaciones, se ajustó a la estadística disponible de cada una de las estaciones meteorológicas mencionadas una función de probabilidad tipo Weibull, la cual se considera adecuada para representar probabilidades de excedencia de precipitaciones anuales. En base a este análisis, se obtuvo la precipitación anual para diferentes probabilidades de excedencia. A continuación, en la Tabla 6-4, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 6-4 Precipitación Anual para diferentes probabilidades de excedencia

Probabilidad Excedencia	Estación Meteorológica							
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camar	SCL / Rockwood
95%	0,0	4,5	0,0	0,0	0,6	0,3	2,0	0,0
85%	1,5	13,9	2,7	1,7	8,2	36,1	5,1	0,9
50%	14,0	70,2	23,6	27,0	49	119,9	25,5	8,5
10%	49,0	176,4	85,7	115,7	189,1	280,6	98,0	58,7
5%	64,0	215,4	107,8	127,8	193,5	352,1	162	81,8

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6-5 se muestra la precipitación anual registrada el año 2019 en 5 de las estaciones mencionadas, con el fin de analizar el comportamiento del año. Las estaciones San Pedro de Atacama, El Tatio y Socaire no cuentan con registros durante el año 2019, por lo que no se consideraron en el análisis. En la Tabla 6-5 se indica el porcentaje de probabilidad de excedencia (Pexc %) para cada una de las estaciones de acuerdo a la precipitación registrada para el año 2019.

Tabla 6-5 Precipitación Anual Año 2019 (mm)

	Estación Meteorológica				
	Peine	Río Grande	Talabre	Camar	SCL / Rockwood
Pp 2019 (mm)	3,5	126,2	177	212	48,2
Pexc (%)	78%	18%	16%	2%	13%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6-5 se muestra que las distintas estaciones meteorológicas tuvieron características dispares durante el año 2019, el cual puede clasificarse como un año seco para Peine (Pexc > 75%) y como un año húmedo en el resto de las estaciones (Pexc < 25%).

En particular, se destaca que en todas las estaciones meteorológicas con dato de 2019, con la excepción de Peine, las precipitaciones registradas se encuentran bajo un 25% de probabilidad de excedencia. De acuerdo a estos resultados, puede afirmarse que se trató de un año húmedo, con precipitaciones superiores a las de un año normal. Es relevante tener presente que estas estaciones son representativas de las precipitaciones en el sector del Salar de Atacama más cercano tanto a las explotaciones de Albemarle, como a los sectores sensibles ambientalmente (Sistema Lagunas La Punta - La Brava y Peine).

Los resultados expuestos permiten concluir que los registros de precipitaciones en el año 2019 muestran, en general, condiciones heterogéneas en las distintas estaciones en la cuenca del Salar de Atacama. En particular, el Núcleo y la zona Noreste del Salar de Atacama presentaron precipitaciones mayores a las esperadas en un año promedio, con probabilidades de excedencia cercanas inferiores a 25%, es decir, condición de año húmedo (ver Figura 5-3), mientras que en el sector sureste de la cuenca se registraron precipitaciones cercanas a las de un año seco.

6.3 Análisis de la evolución de la evapotranspiración

La evapotranspiración en el Salar de Atacama, de acuerdo con la serie de mediciones realizadas desde el año 2013 en diversas estaciones mediante el uso de domos, tiende a ser irregular, tanto a nivel espacial como temporal. Al analizar el comportamiento histórico en cada uno de los sectores definidos (La Punta-La Brava, Peine, Norte-Borde Este y Núcleo), los valores de EVT medidos no presentan un comportamiento claro en el tiempo, y a pesar de que, en general, se observan los mayores valores en los monitoreos de verano, hay

estaciones que han registrado sus máximos en los meses invernales. Si bien los valores de evaporación entre 2017 y 2019 tienen rangos similares, aún así no coinciden en algunos puntos en los mismos meses y en la evaporación esperada para esos períodos.

Al analizar los resultados de los monitoreos en cada sector de manera espacial, se tiene que:

Para el caso del Sector La Punta-La Brava en 2019, en general, se observan valores en torno a la mediana, pero bajos si éstos se comparan con los valores de los años anteriores a 2017 para las mismas estaciones (Figura 5-8). Se observa también que los máximos registrados en cada año ocurren principalmente en verano, en los meses de diciembre y/o marzo. La estación EVT-19, más cercana al Núcleo y que corresponde a un punto medido en laguna, presenta de manera consistente mayores valores de evaporación en comparación a las restantes estaciones del mismo sector.

En el Sector de Peine (Figura 5-9), la EVT registrada en 2019, particularmente en agosto, considernado los puntos EVT-15, EVT-16 y EVT-17, presenta los valores mínimos históricos. Para el resto de los meses, la EVT se encuentran dentro de los rangos de variabilidad histórica. La estación EVT-18, que corresponde a un punto en el espejo de agua de la Laguna Interna, el rango de sus registros es mayor y consistente con los demás puntos del mismo sector, presentando en 2019 valores dentro de la variabilidad natural e histórica, con un ascenso de EVT en el mes de diciembre de tasa promedio diaria de 4,653 mm/d. Los mayores valores se registran en marzo y diciembre y los menores valores en el mes de agosto.

El Sector Norte y Borde Este, al igual que los demás sectores, presenta un año, en general, de evaporaciones bajas si se comparan todos los registros históricos de comportamiento anual variable y estacional (Figura 5-10), con valores mayores en los meses de marzo y diciembre y valores mínimos en los meses de junio y agosto. El punto EVT-5 de espejo de agua, consistente con su ubicación, es el que presenta la mayor evaporación, también con máxima en mes de marzo y mínima en el mes de agosto.

Respecto a la variación de los registros de EVT entre los sectores, el sector Núcleo es el que ha registrado los valores mínimos, rondando valores entre 0,1 y 0,2 mm/d (Figura 5-11). Los otros sectores tienen estaciones que superan en todas las épocas del año valores desde 0,2 mm/d a 0,5 mm/d. Esta diferencia es concordante con los resultados históricos y con el hecho que la salmuera, más densa que el agua salobre, tiene un potencial de evaporación menor, así como a la profundidad del nivel, tipo de suelo, etc.

Finalmente, al analizar los resultados particulares del año 2019, es interesante resaltar que la tasa de EVT registrada, en algunas estaciones, alcanzan su valor mínimo histórico, y en muchos casos, presentó valores de evaporación menores que el 2017 y que el 2018.

6.4 Análisis integrado de la información por sectores

En el presente capítulo se lleva a cabo un análisis integrado de todas las variables monitoreadas en el Salar de Atacama que considera toda la data histórica disponible con énfasis especial en el año 2019.

Debido al gran número de puntos de monitoreo, para la discusión de resultados, en algunos casos, se han graficado las variables de los puntos más representativos del sector, así como aquellos en los que durante el 2019 se detectó alguna variable con un comportamiento algo diferente con respecto la tendencia histórica.

6.4.1 Sector La Punta – La Brava

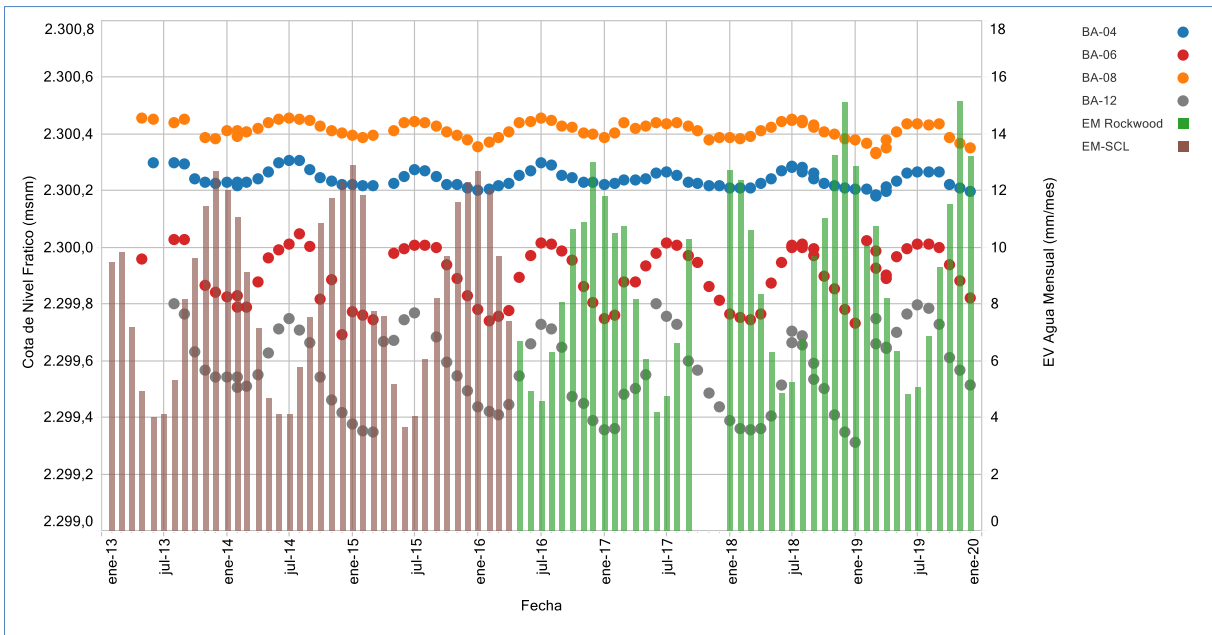
Este sector abarca el área de la Zona Marginal alrededor del sistema lagunar La Punta-La Brava y el área del Borde Sur de la cuenca frente a estas lagunas, desde donde proviene la recarga subterránea al sector.

En 2019, los niveles subterráneos en este sector del acuífero, tal y como se ha descrito en el capítulo 5 de resultados, mantienen la tendencia histórica mostrando estabilidad con variaciones estacionales. Los ascensos de nivel se observan en invierno y descensos en verano producto principalmente de la evaporación, tal como se refleja en la Figura 6-2. Los piezómetros someros ubicados al sur de las lagunas (p.ej. BA-04 y BA-08) presentan una amplitud de oscilación menor a los ubicados al Norte (p.ej. BA-06 y BA-12), lo que se explicaría por una menor influencia de las precipitaciones y evaporación respecto de los puntos ubicados al norte de las lagunas y que están más cerca del Núcleo del Salar. Además, los puntos ubicados entre las lagunas y el Núcleo (BA-06 y BA-12), presentan una respuesta más marcada ante evolución de la evaporación y también a los eventos de precipitación, lo que se evidencia para 2019 con el alza de niveles en febrero producto del evento de precipitaciones registrado entre enero y febrero, tal como se observa en la Figura 6-3.

El hecho de que los niveles de las aguas subterráneas someras se mantengan siempre oscilando entre las mismas cotas y con una tendencia estable, se asocia a una recarga subterránea de carácter permanente proveniente de las cuencas aportantes del sureste, hecho que valida el modelo conceptual de funcionamiento de este sector lagunar.

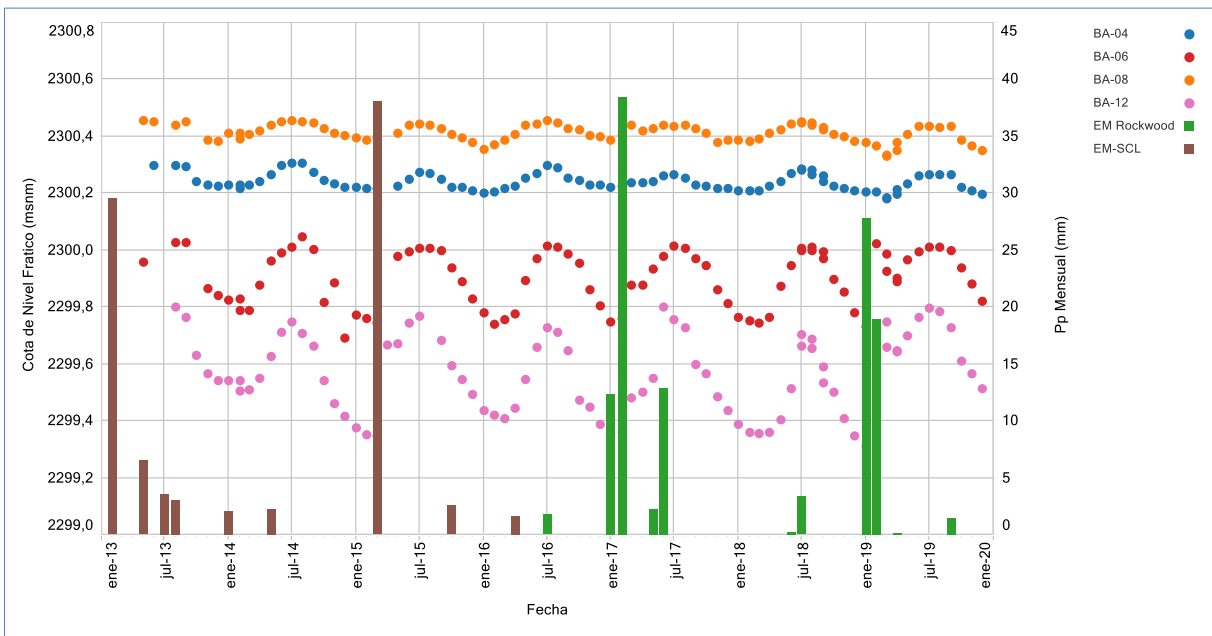
Para los registros de evaporación obtenidos de la estación EM Rockwood es relevante mencionar el aumento que se observa en los últimos años, tanto en los valores máximos como en los mínimos anuales (Figura 6-2).

Figura 6-2 Evolución de nivel en relación a la evaporación en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-3 Evolución de nivel en relación a la precipitación mensual en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava



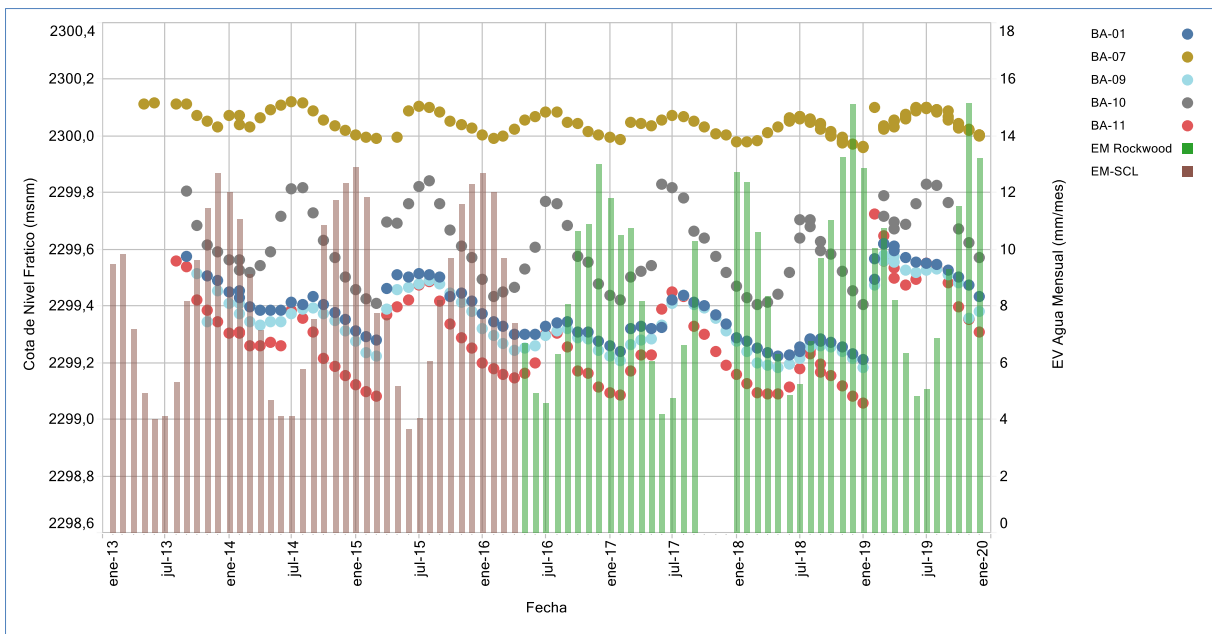
Fuente: Elaboración propia.

Al Norte de las lagunas La Punta y La Brava, en dirección al Núcleo, Figura 6-4, se aprecia un comportamiento general de los niveles medianamente estable en el tiempo, con una leve tendencia a la baja hasta el año 2018, a pesar del aumento de ellos con los eventos de precipitación. Para 2019, se aprecia el aumento de niveles debido a las precipitaciones de

inicio de año, y a su vez una bajada brusca de la evaporación para ese semestre, en específico los barrenos ubicados en la línea más cercana al Núcleo del Salar (BA-01, BA-09, BA-10 y BA-11, Figura 6-4), que se encuentran dentro del límite de la Interfase Salina. La ubicación de estos puntos por tanto, refleja la tendencia de los niveles en el Núcleo, pero manteniendo las oscilaciones estacionales que caracterizan a los puntos del acuífero.

En la misma Figura 6-4 se incluye el registro del punto BA-07 que, como se observa, presenta la variación espejo de lo que sucede con la variación de la evaporación. A medida que la evaporación aumenta en verano, los niveles bajan y, a medida que la evaporación disminuye en invierno, los niveles aumentan.

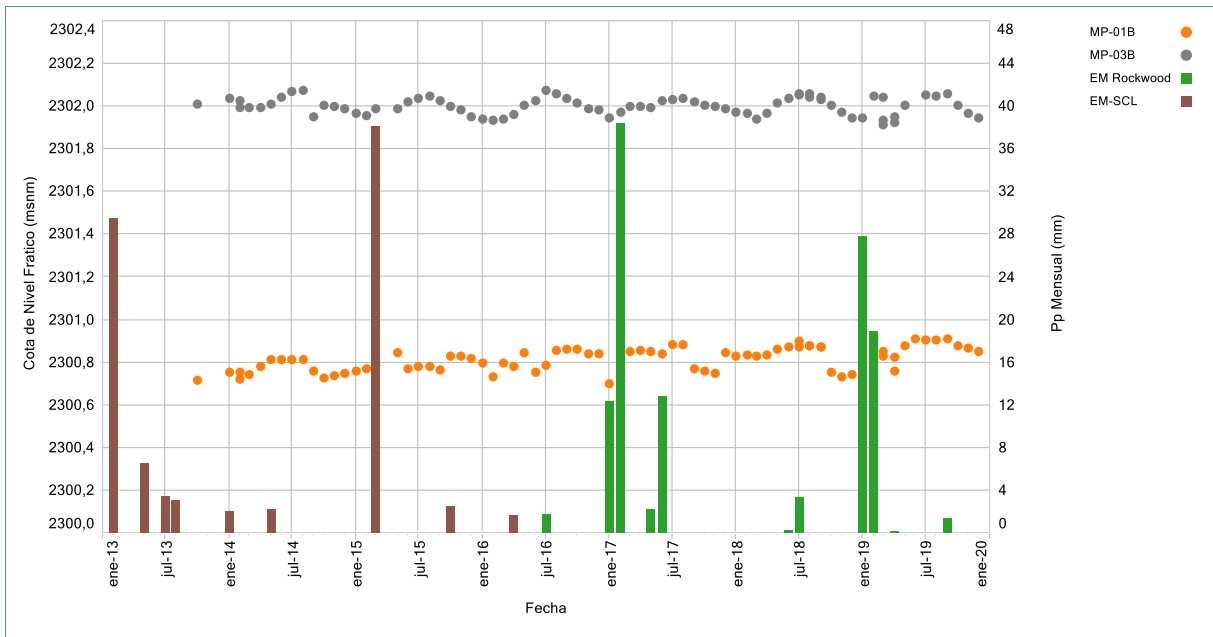
Figura 6-4 Evolución de nivel en relación a la evaporación en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

En este sector La Punta - La Brava, al sur de las lagunas, también hay puntos de monitoreo profundos habilitados por debajo la Interfase Salina, tal como se muestra en la Figura 6-5, en la salmuera. Los niveles de salmuera en este sector, en general, se muestran estables y sin tanta influencia directa del régimen de precipitaciones, observándose un cambio ligero a comienzos del año 2019, tal como se observa en los piezómetros MP-01B y MP-03B habilitados en la salmuera.

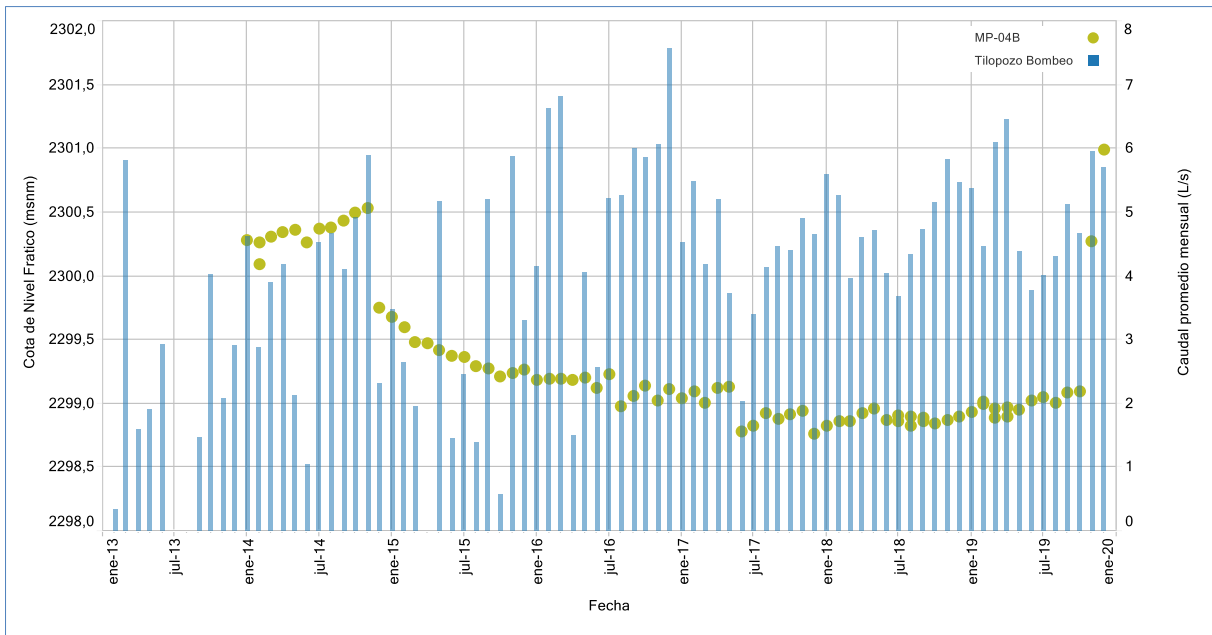
Figura 6-5 Evolución de niveles profundos en relación a la precipitación mensual en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6-6, se refleja la evolución del nivel de salmuera representado a través del piezómetro MP-04B, que se ubica a escasos metros del pozo de agua industrial Tilopozo, donde se verifica la desconexión entre el nivel del pozo profundo y el caudal extraído desde agua superficial, ya que no se ve una relación directa entre ambas variables. Además, se observa que durante el año 2018 los niveles de MP-04B se muestran estables, rompiendo la tendencia al descenso observada en el periodo histórico hasta el 2017 y que incluso se alcanzan a finales del año 2019.

Figura 6-6 Evolución de niveles profundos próximos a pozo Tilopozo. Sistema La Punta-La Brava

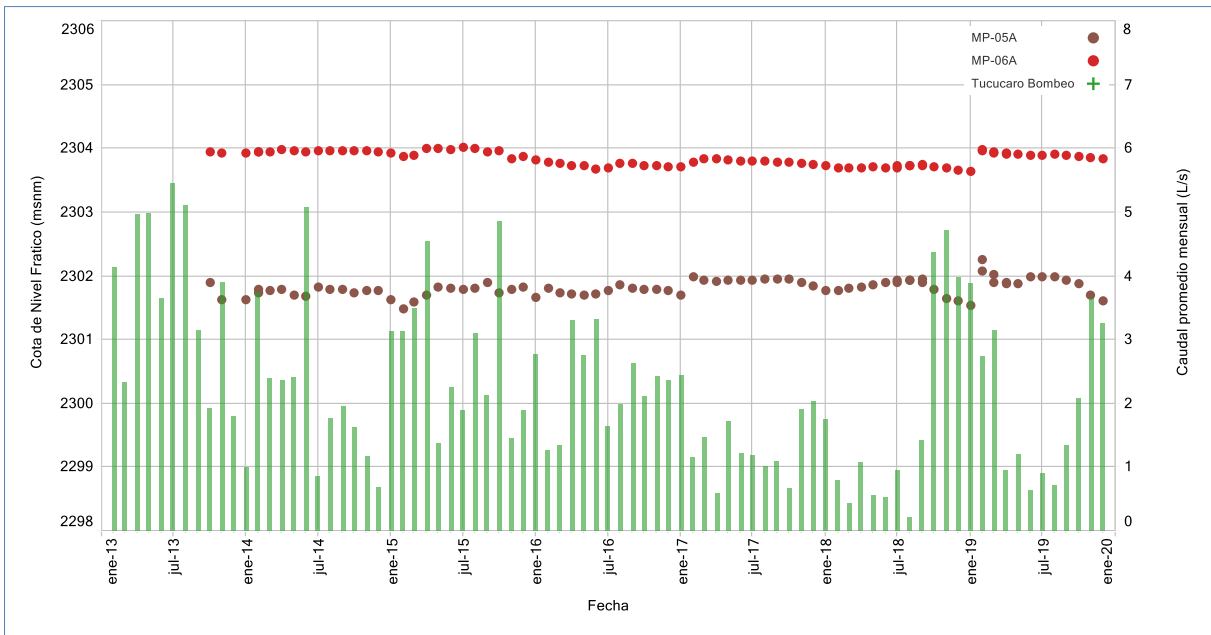


Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, en Figura 6-7 y Figura 6-8 se presenta la evolución de los niveles en los piezómetros instalados en las mismas plataformas que los puntos indicados anteriormente pero habilitados en las aguas subterráneas someras o aguas salobres, MP-04A, MP-05A y MP-06A, donde puede observarse que los niveles presentan en general una evolución estable con un ligero ascenso a comienzos del 2019. Cabe destacar que los niveles del piezómetro MP-06A presentan durante 2019, posterior al evento de precipitaciones, cierta tendencia al descenso, que se interpreta por influencia de la extracción del pozo de agua industrial Tucúcaro, ubicado a unos 500 m. Además, el efecto del bombeo puede ser más marcado, debido a la proximidad del punto a un borde impermeable, lo que acentúa los descensos en esa dirección. En el caso del MP-05A más cercano al pozo de agua industrial que el MP-06A, se observa una tendencia de descenso en la segunda mitad de 2018, influenciada por el bombeo del pozo Tucúcaro, para luego presentar un alza de niveles por precipitaciones a inicios de 2019. Luego, el nivel se mantiene medianamente estable, coincidente con el menor bombeo, pero a fines de 2019 se intensifica el bombeo y los niveles del pozo nuevamente descienden.

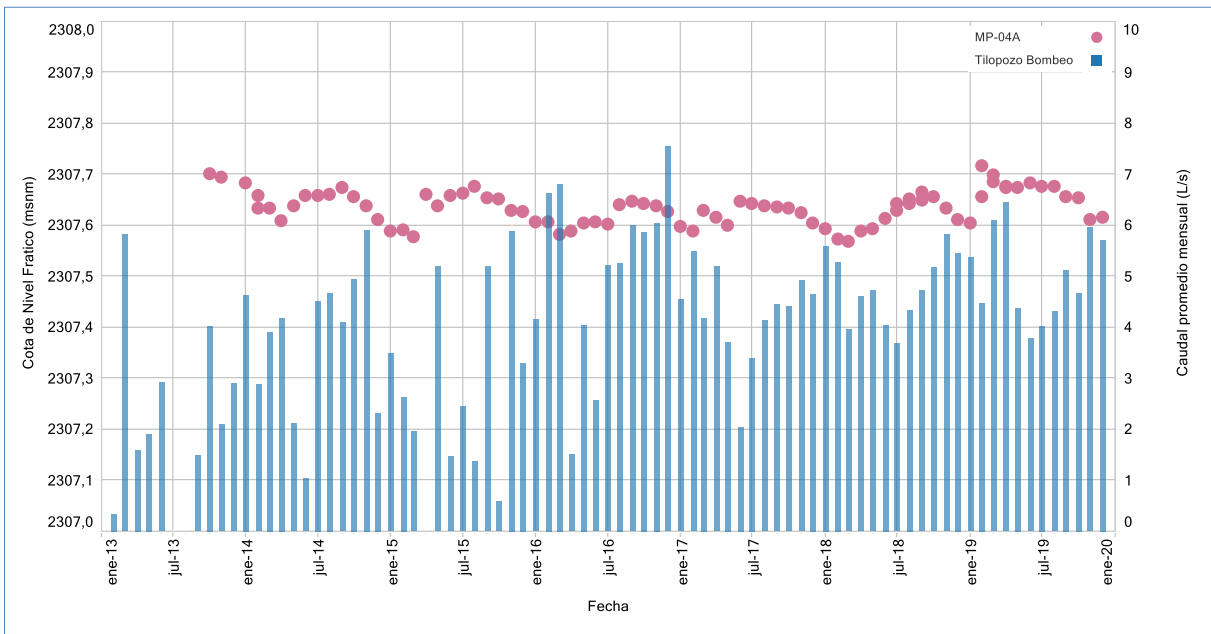
En cuanto al pozo MP-04A (Figura 6-8), se observa en sus registros de niveles la influencia del bombeo del pozo Tilopozo, con descensos que son sincrónicos con el aumento del bombeo de agua industrial del pozo y viceversa. También se presenta un ascenso de aguas a comienzos del 2019 producto de las precipitaciones del mes de enero y febrero.

Figura 6-7 Evolución niveles piezómetros someros próximos a pozo Tucúcaro. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-8 Evolución niveles piezómetro somero próximo a pozo Tilopozo. Sistema La Punta-La Brava

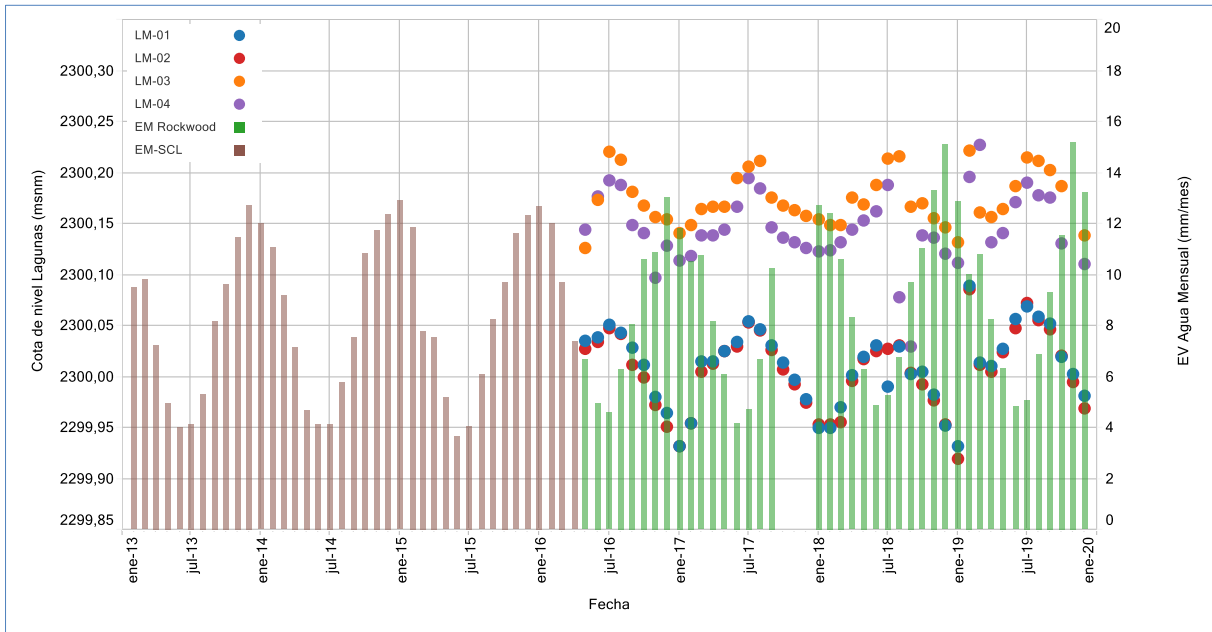


Fuente: Elaboración propia.

Los niveles de las lagunas del sistema lagunar La Punta-La Brava (Figura 6-9) presentan un comportamiento estable desde el comienzo del monitoreo, en mayo del 2016, con variaciones estacionales con máximos en invierno y mínimos en verano, producto de la

evaporación. Durante 2019 han tenido un comportamiento similar, destacando el aumento de nivel por precipitaciones en febrero

Figura 6-9 Evolución de niveles en las lagunas del sistema La Punta-La Brava



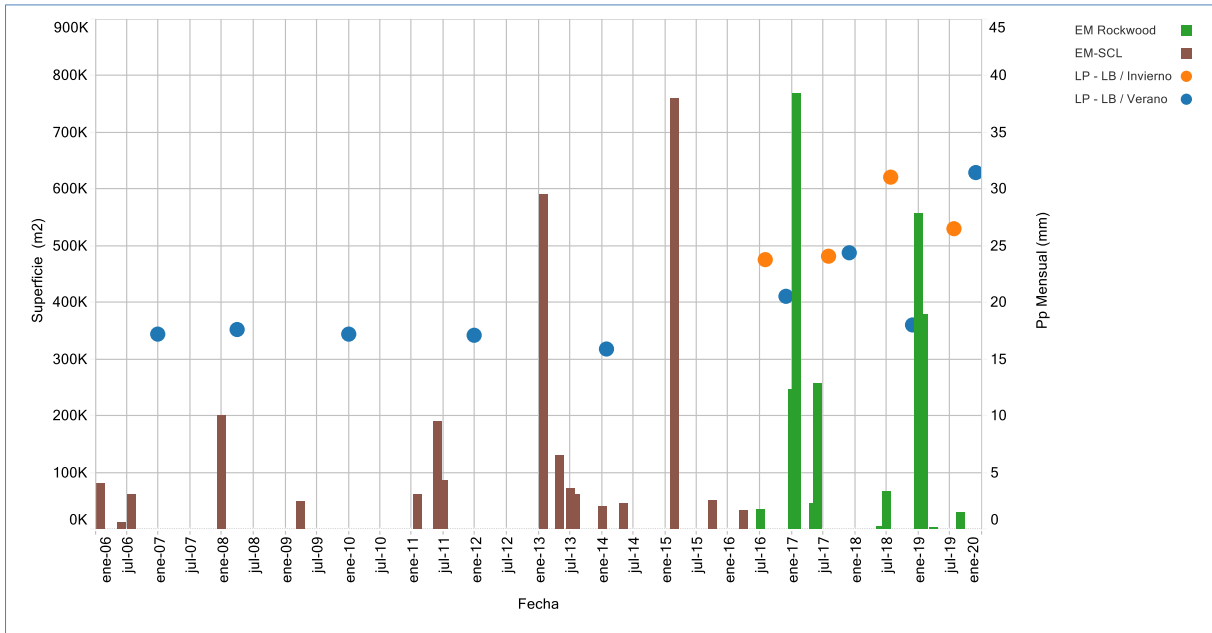
Fuente: Elaboración propia.

La evolución histórica de la superficie de las lagunas se presenta en la Figura 6-10, donde se observa un comportamiento estacional (verano/invierno), con las máximas extensiones en los meses de invierno y mínimos en verano. La excepción fue el año 2017, donde no se detectó dicha estacionalidad.

Para el año 2019 las áreas calculadas para el sistema lagunar La Punta-La Brava en los meses de agosto y diciembre, invierno y verano respectivamente, se muestran diferentes a la variación estacional observada históricamente ya que se tiene mayor superficie en verano que en invierno. Lo anterior, puede estar relacionado con que, en oposición a lo observado en la pluviometría, los canales que se alimentan de aguas subterráneas presentan un régimen de máximos y mínimos desfasados en aproximadamente seis meses respecto de las precipitaciones, conjugándose además con los mínimos (junio) y máximos (diciembre) valores de evaporación (Informe Superficie Cubierta por Lagunas, CEDREM, 2019).

Dado el análisis histórico realizado en la superficie lagunar se observa que la estacionalidad no está controlada únicamente por el régimen de precipitaciones, sino también por la evaporación, lo que se traduce tanto en una variabilidad tanto intranual como interanual.

Figura 6-10 Evolución histórica de superficie lagunar sistema La Punta- La Brava

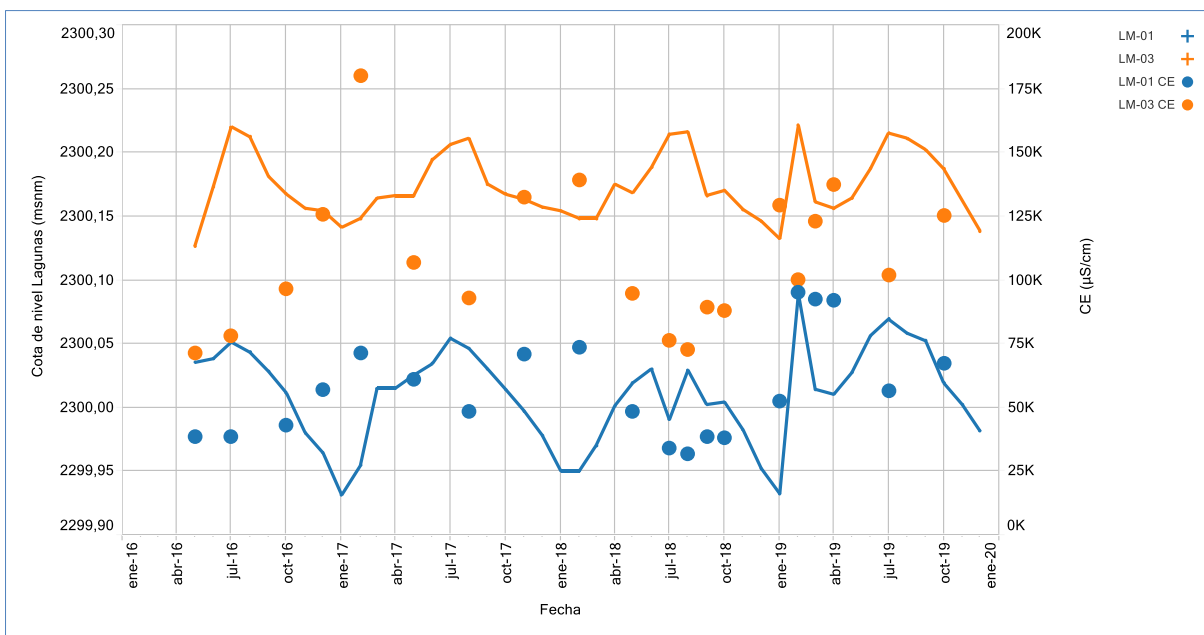


Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la calidad química, y tomando como indicador de la calidad de las aguas la CE, se puede señalar que el incremento de la conductividad eléctrica (CE) en las aguas subterráneas someras, agua dulce/salobre, se produce a medida que nos acercamos al Núcleo desde la Zona Marginal, en la dirección del flujo subterráneo (Figura 5-102). De este modo, las conductividades más bajas se detectan en los piezómetros MP-04A y MP-09A, ubicados al sur del sistema lagunar La Punta – La Brava. La conductividad históricamente más alta se detecta en el punto de monitoreo MP-05A y, en 2019, se registra en el punto MP-06A, ambos ubicados más cerca del Núcleo y con una menor recarga subterránea que los puntos que se encuentran más hacia el Este. Este incremento de CE es debido a la disolución de sedimentos salinos durante el recorrido de las aguas desde la Zona Marginal hacia el Núcleo y a los efectos de la evaporación que concentran estas sales.

A modo de ejemplo y para ilustrar este efecto, en la Figura 6-11 se presenta la evolución de niveles en las lagunas (LM-01 y LM-03) frente a su conductividad eléctrica, donde se observa que los niveles bajos (de espejo de agua) coinciden con épocas en que la conductividad es más alta y a la inversa, confirmándose que a mayor evaporación, mayor concentración de sales. Además, en las lagunas, la CE es mayor que en las aguas subterráneas someras y profundas, debido a los procesos de evaporación, mayores desde lámina libre de agua.

Figura 6-11 Evolución de nivel frente conductividad eléctrica en lagunas sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia.

Por último, en relación a la Interfase Salina, en general, se puede señalar que se observa estabilidad durante 2019 en la profundidad de la Interfase Salina con respecto a los registros históricos, mostrados desde la Figura 5-73 hasta la Figura 5-99, concluyendo que que la Interfase Salina se ha mantenido en el tiempo, y que se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos de monitoreo se van alejando del Núcleo.

6.4.1.1 Resumen y/o Conclusiones

A continuación se presenta un resumen del análisis integrado de la información efectuado:

- Durante el 2019, los niveles de aguas subterráneas y superficiales evolucionan, en general, según lo observado en el comportamiento estacional histórico. En febrero se tiene un importante aumento de niveles debido a las precipitaciones registradas en dicho mes, lo que revierte la leve tendencia de descenso que traían los pozos.
- Respecto de la calidad química del agua, este año 2019 se registraron concentraciones por sobre los rangos históricos, para ciertos parámetros in situ (como CE), como cloruros y sulfatos, principalmente en los meses de febrero y marzo, atribuidos al efecto de las precipitaciones. Lo anterior, se da principalmente para los puntos de aguas superficiales (LM) de las lagunas y en LM-16 de sector de Tilopozo. Para el resto de los puntos del sector (aguas salobres y salmueras), se presentan en los rangos históricos con algunas excepciones.

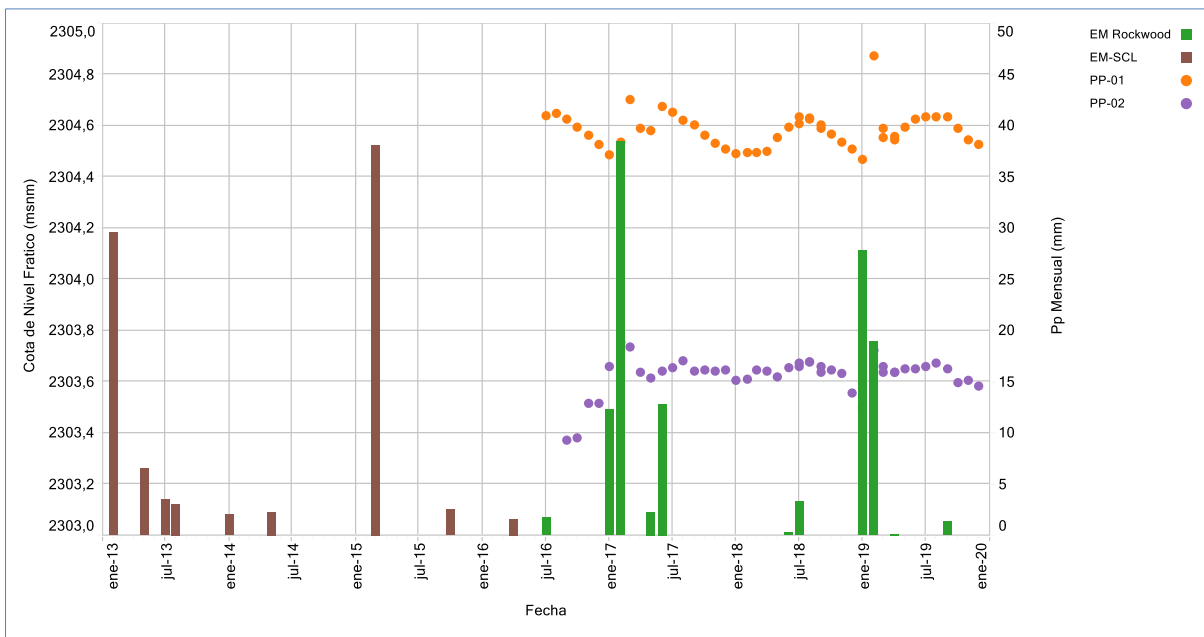
- La Interfase Salina permanece estable durante el año 2019, respecto del rango histórico, y se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos de monitoreo se van alejando del Núcleo.
- La superficie lagunar calculada mediante imágenes satelitales de alta resolución en el año 2019, no presentó la estacionalidad observada históricamente ya que la superficie medida en invierno fue menor a la medida en verano, lo que puede estar relacionado con el desfase de seis meses aproximadamente entre la pluviometría y lo observado en los canales que alimentan de agua subterránea las lagunas.
- A partir del monitoreo efectuado durante el año 2019, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar La Punta-La Brava establecido en la evaluación ambiental.
- Las zonas de recarga se ubican en el sector sur, y están constituidas por aguas cloruradas sódicas relativamente poco mineralizadas. Estas aguas fluyen hacia el Noroeste, aumentando su CE hasta encontrarse con la Interfase Salina que se dispone perpendicular al flujo, y que fuerza al agua subterránea ascender aflorando a la superficie, dando origen a las lagunas. Una vez en las lagunas, y debido al efecto de la evaporación, el agua incrementa su CE. En épocas de mayor recarga y coincidiendo con la época invernal, las lagunas desbordan por sobre la Interfase Salina produciendo flujos sub-superficiales hacia el Núcleo que alcanzan el límite con la costra de cloruros formando los “*open pools*”, donde se evapora y disuelve la costra, enriqueciéndose en sales disueltas, convirtiéndose finalmente en salmuera.

6.4.2 Sector Peine

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, Borde Este y Sur, alrededor del sistema lagunar de Peine y parte del Núcleo, donde se encuentran las lagunas: Salada, Saladita e Interna.

En las zonas de recarga, localizadas en el borde Este y sur del sistema lagunar, entre la Zona Marginal y la zona de pie de monte de la cordillera Andina los niveles de agua subterránea, durante el 2019, siguen las tendencias esperadas, permaneciendo estables y sensibles a las precipitaciones de mayor intensidad, que producen ascensos bruscos del nivel y que inmediatamente al finalizar el evento de precipitación retoman la tendencia, tal y como se muestra en la Figura 6-12, donde se consideran los pozos PP-01 y PP-02 como representativos del comportamiento en el sector. Estos ascensos de nivel se explican principalmente por la recarga producto de las precipitaciones.

Figura 6-12 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre en el borde Este. Sistema Peine.

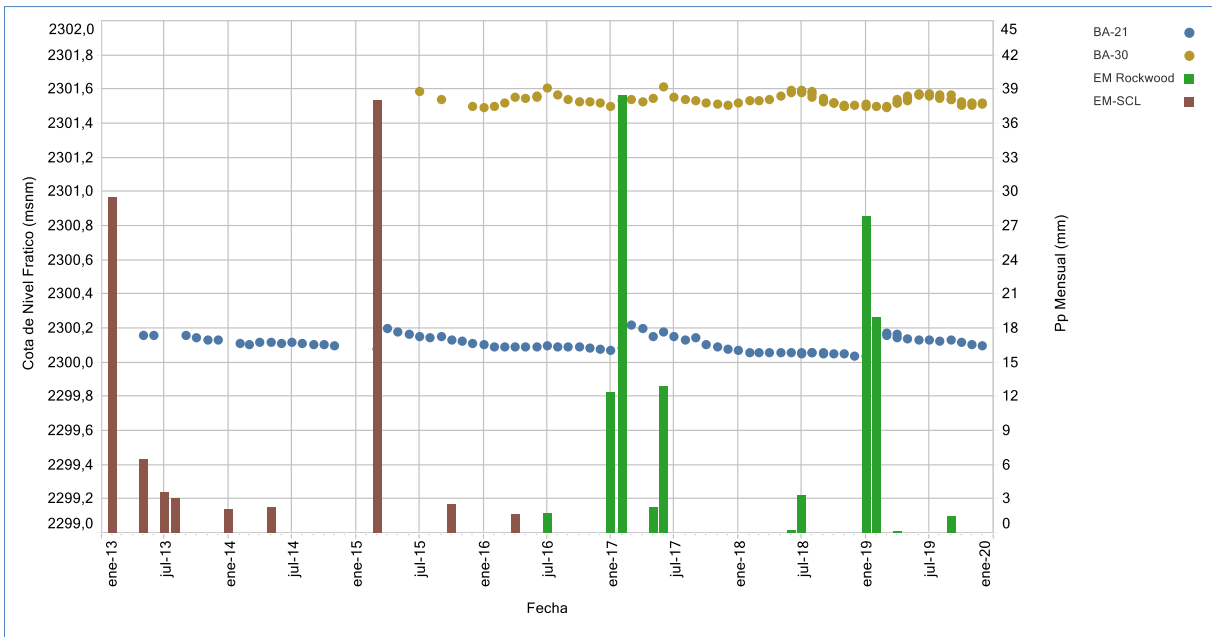


Fuente: Elaboración propia.

Durante 2019, los niveles del agua subterránea en el sistema lagunar Peine se muestran estables dentro de los ciclos estacionales históricos, presentando máximos en invierno y mínimos en verano, tal como se observa en la Figura 6-13. Las variaciones estacionales estarían asociadas a los procesos de evaporación, de modo que a mayor tasa de evaporación, más profundos se detectan los niveles y a la inversa, como puede observarse en la Figura 6-14.

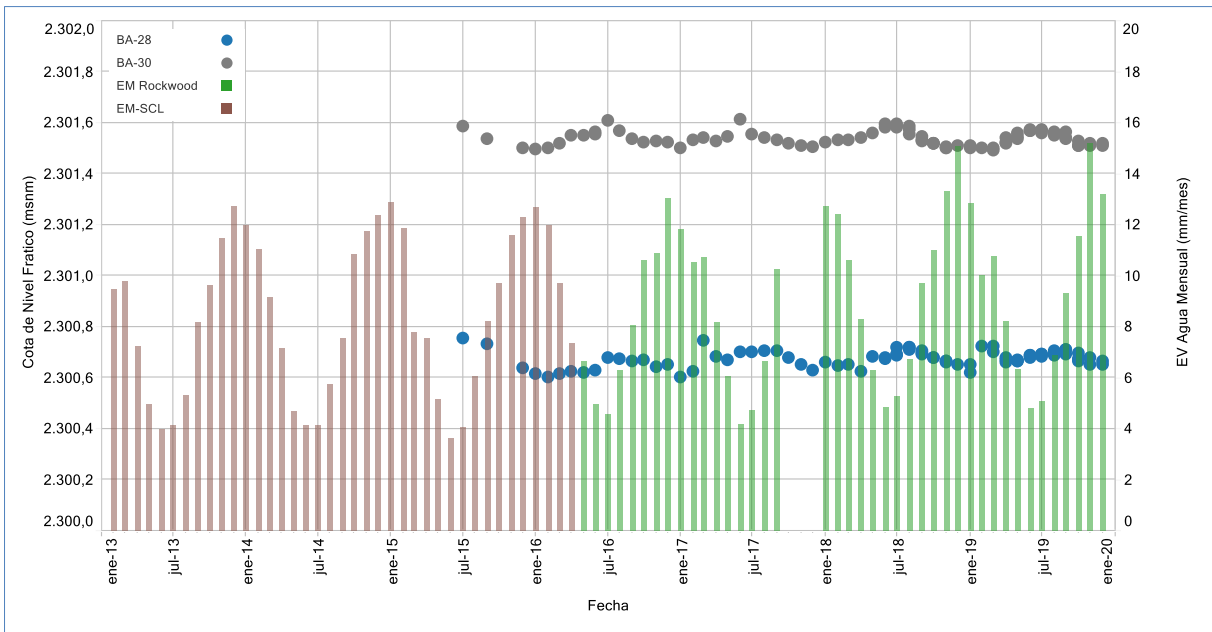
Los niveles de las aguas subterráneas someras, de agua salobre, mientras más próximos se encuentran los pozos de monitoreo al Núcleo, muestran menor ciclicidad estacional, presentando, por el contrario, una respuesta más brusca ante las precipitaciones. Esto se observa claramente en el piezómetro BA-21, ubicado entre las lagunas Salada y Saladita, que responde con ascensos bruscos de nivel posteriores a los eventos de precipitación (Figura 6-13) y presenta descensos suaves posteriores. Durante 2019, este piezómetro muestra un comportamiento similar a sus registros históricos, con un alza inmediata luego de un evento de precipitaciones y con una leve tendencia de descenso posterior.

Figura 6-13 Evolución de niveles en relación a la precipitación mensual. Sistema Lagunar Peine.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-14 Evolución de niveles en relación a la evaporación. Sistema Lagunar Peine.

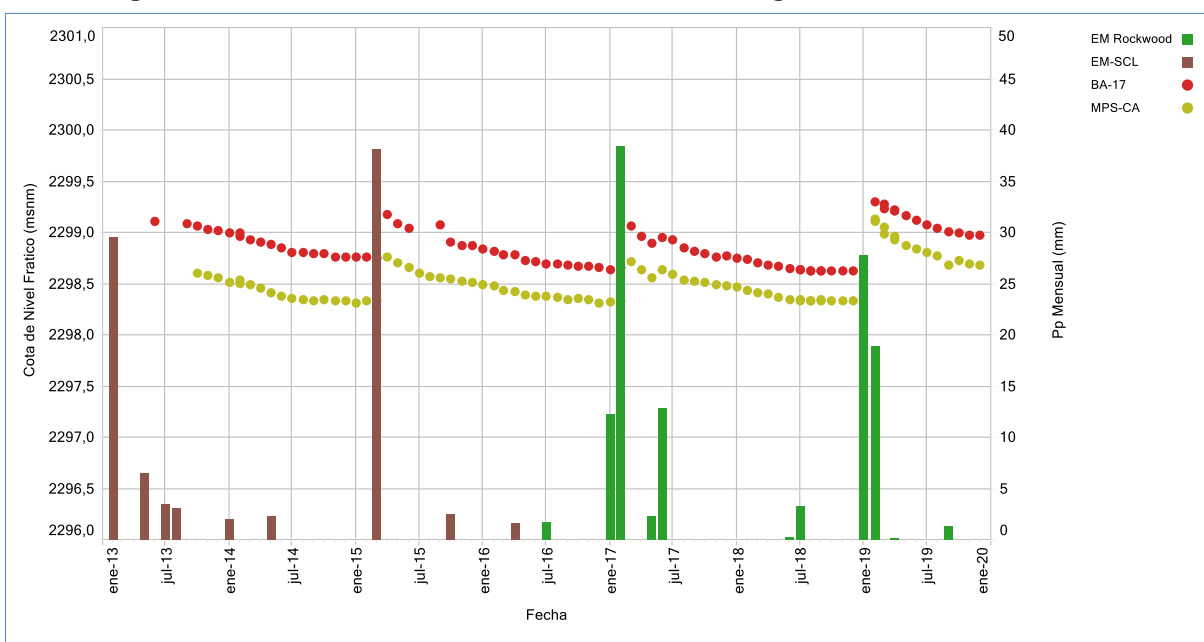


Fuente: Elaboración propia.

En el sector de la Laguna Interna, en el sistema lagunar Peine, los niveles presentan una tendencia descendente hasta diciembre 2018, debido a la proximidad a las zonas de extracción de salmuera, lo que se refleja, por ejemplo, en el piezómetro BA-17 (Figura 6-15). Este sector, además, se muestra sensible a las lluvias que ocurren en el sector, registrando

ascensos de nivel tras los eventos de precipitación, e iniciando un descenso inmediatamente después. Lo anterior muestra que la recarga sobre el Núcleo es directa por precipitación, o bien por el hecho de que el agua de escorrentía que se genera en las cuencas aportantes alcanza directamente el Núcleo, a través de los canales naturales que se forman y flujo subsuperficial. Esta evolución se puede observar en la figura indicada, donde se presenta la variación temporal de niveles frente a la precipitación de los puntos BA-17 y MPS-CA, ubicados en la salmuera (aguas subterráneas profundas) y próximos al sistema lagunar según se presentó en la Figura 4-10.

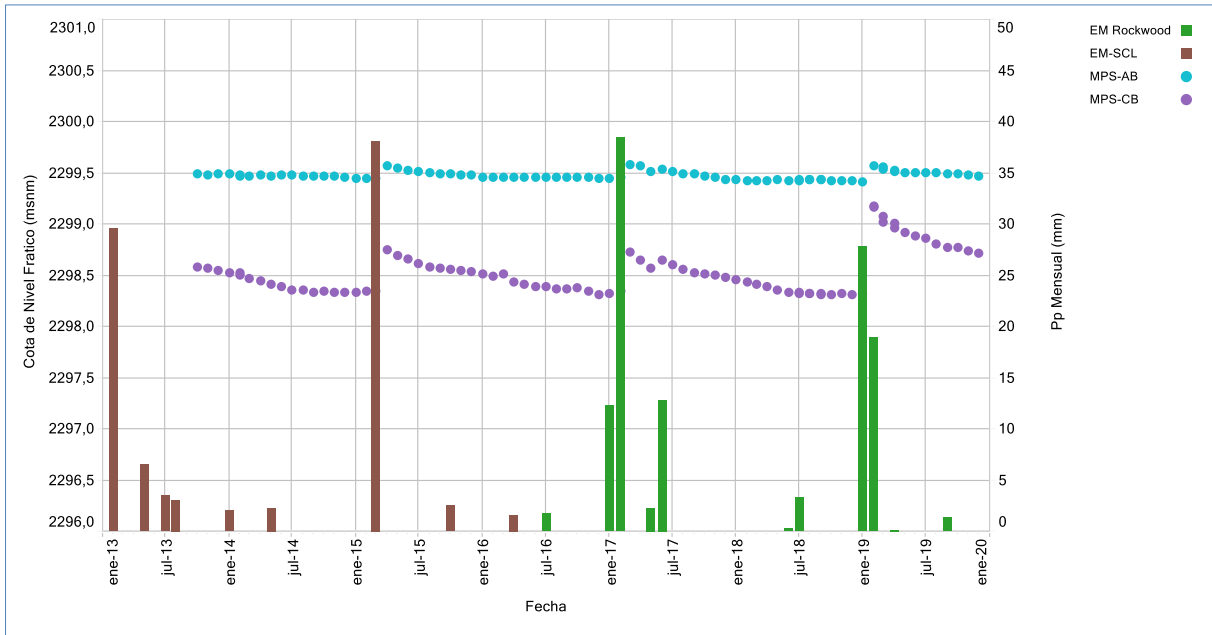
Figura 6-15 Evolución de niveles en el sector de la laguna Interna. Sector Peine.



Fuente: Elaboración propia.

En el sector de las lagunas de Peine, también hay puntos de monitoreo profundo, habilitados por debajo la Interfase Salina, en la salmuera (MPS-AB y MPS-CB). Durante el 2019, como se observa en la Figura 6-16, los niveles de estos puntos mantienen la tendencia histórica registrada desde el inicio de las mediciones, con descenso en períodos de dos años, observando en los últimos 6 meses una tendencia a la estabilización. Ambos piezómetros mostrados responden a eventos de precipitación, con ascensos bruscos de nivel, para posteriormente iniciar un descenso hasta un punto de equilibrio o con tasa de descenso muy baja. En el 2019, se observa que el piezómetro MPS-CB aumenta bruscamente sus niveles producto de las precipitaciones de febrero y luego bajan, pero con niveles mayores a los de años previos.

Figura 6-16 Evolución de niveles profundos, salmuera. Sector Peine.



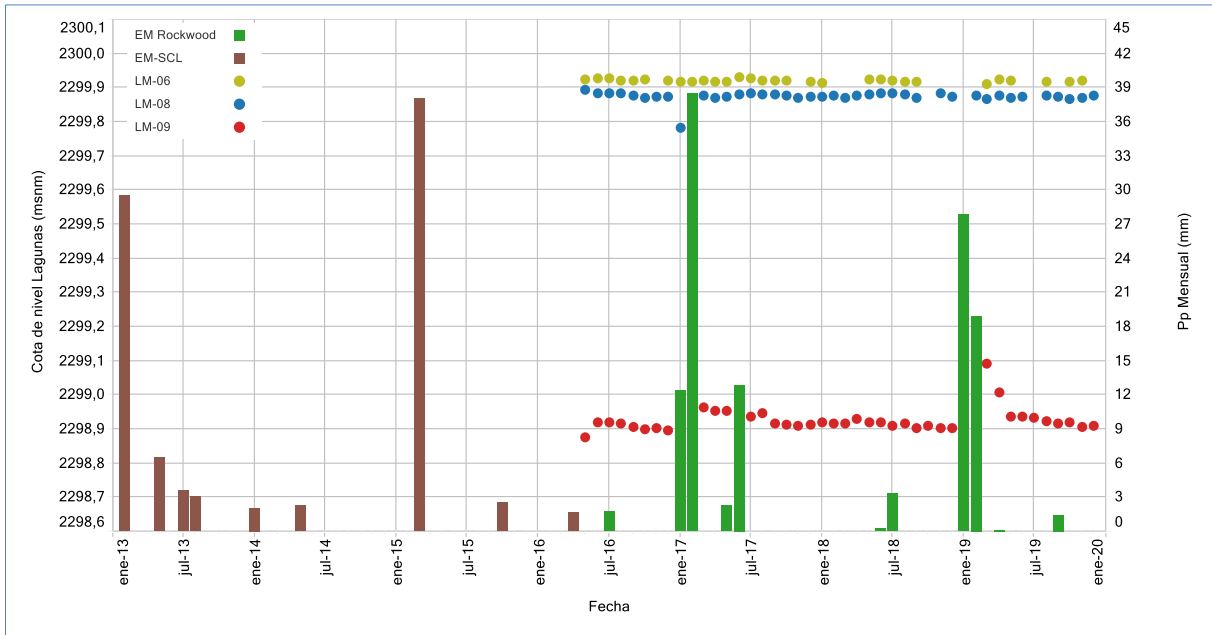
Fuente: Elaboración propia.

En cambio, los niveles de las lagunas en LM-06 y LM-08 no muestran reacción ante las precipitaciones y permanecen estables con variación estacional, pero en este caso, de menor amplitud que las observadas en las aguas subterráneas someras, de agua salobre. Dado lo anterior la estacionalidad que se observa en las lagunas Salada (LM-06) y Saladita (LM-08), Figura 6-17, se asocia principalmente por efecto de la evaporación.

En cambio, el aumento brusco de nivel que se observa en 2017 y en 2019 en la Laguna Interna (LM-09), se interpreta como respuesta a las precipitaciones ocurridas en el período estival de cada año. Este comportamiento, no presenta ninguna relación con lo observado en los puntos de la salmuera, y está condicionado, por tanto, por la recarga subterránea que se produce desde las cuencas aportantes, que afloran permanentemente en superficie en canales ubicados a mayor cota que las mismas y que escurren hasta éstas, cuyo nivel está estacionalmente influenciado por la evaporación.

Se observa además, un gradiente de la cota del nivel desde la laguna Salada hacia la laguna Interna, lo que confirma la dirección de flujo de agua desde el sureste hacia el Noroeste a través los canales que las comunican.

Figura 6-17 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine.



Fuente: Elaboración propia.

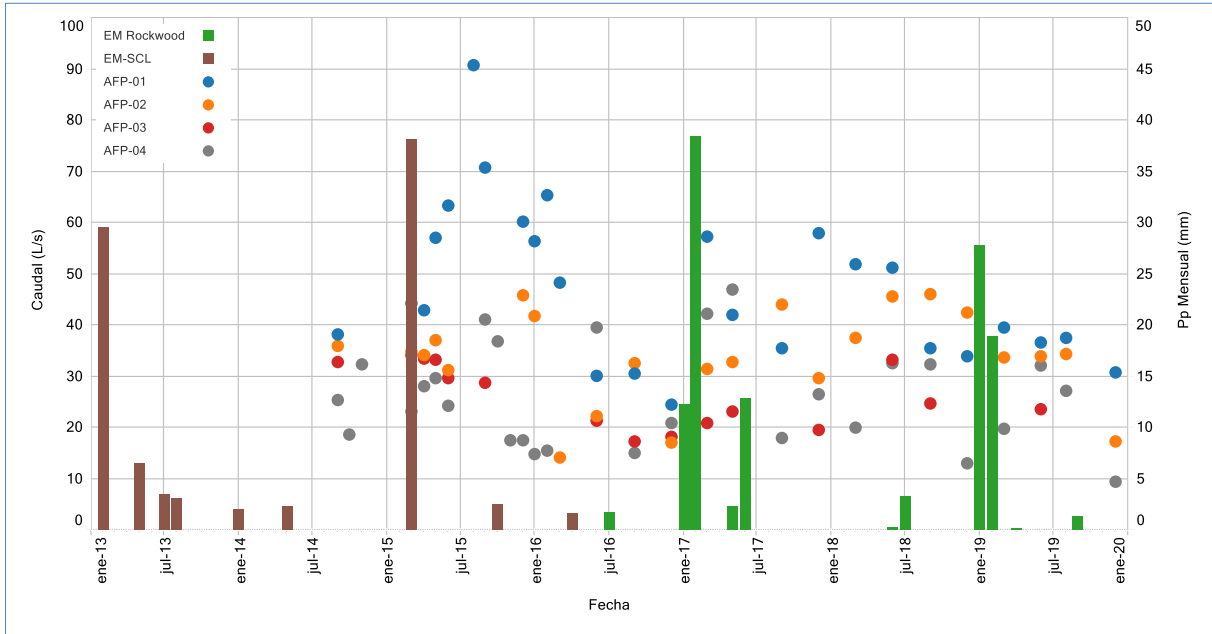
Los aforos realizados durante el 2019, en general, muestran que los caudales de entrada a la laguna Salada (AFP-01 y AFP-02) son mayores que los registrados en la salida de ésta y a la entrada de la laguna Saladita (AFP-03) debido a pérdidas ocurridas por evaporación y/o infiltración, que disminuyen el caudal en la dirección del flujo.

En la Figura 6-18 no se aprecia una relación directa entre los eventos de precipitación y los caudales aforados en los canales de tránsito entre las lagunas Salada, Saladita e Interna. Lo anterior se relaciona con la fecha de las mediciones, dado que los aumentos de caudal posiblemente sucedan inmediatamente después del evento, volviendo a los pocos días al régimen habitual. A nivel de variación histórica, todos los puntos se muestran variables, sin tendencias estacionales definidas, lo que se hace más evidente en el punto de aforo AFP-04, que además muestra un comportamiento distinto al resto de puntos de medición. Al tratarse de un punto que se encuentra en el canal que une las lagunas Salada y Saladita, en línea con los otros puntos de aforo, pero con un comportamiento distinto al resto, induce a concluir que la representatividad del punto podría no ser adecuada para los objetivos de las mediciones.

No obstante lo anterior, la disminución de caudal aguas abajo de laguna Salada sigue el comportamiento esperado. El origen principal de las lagunas se ubica en un arroyo situado al sur de la laguna Salada. Esta agua, escurre originando canales naturales que alimentan primero a la laguna Salada, luego Saladita y finalmente la laguna Interna. Durante este trayecto, las aguas se van evaporando, tanto en los cuerpos lagunares, como en los canales

que las unen, por lo que los caudales de entrada en cada laguna sucesiva son en general menores a los anteriores.

Figura 6-18 Evolución histórica de Caudales Aforados Sistema Peine.

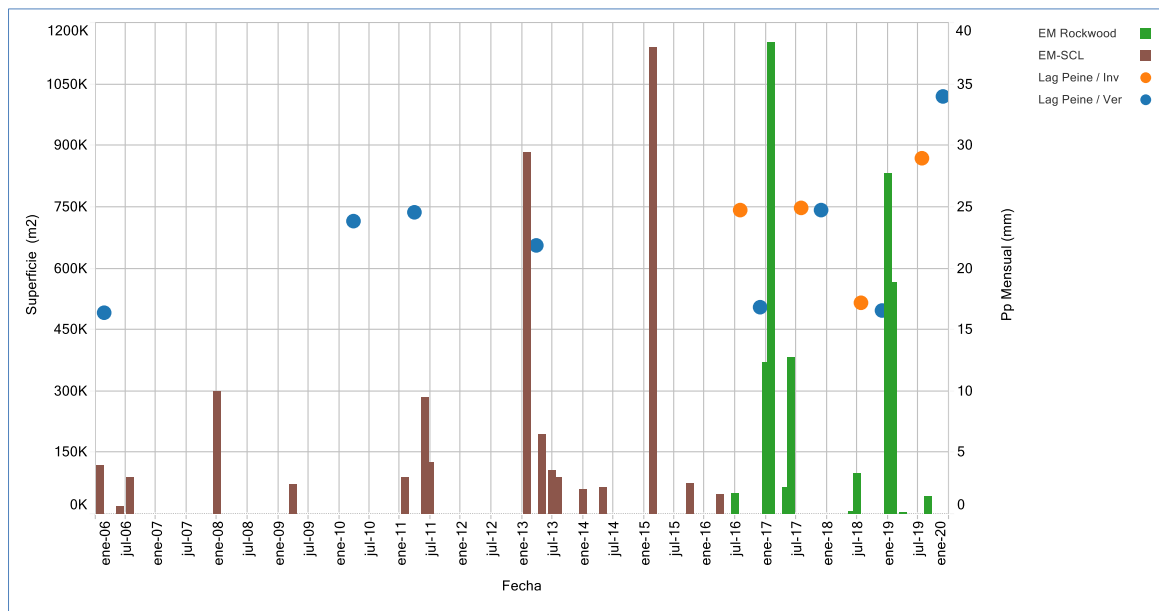


Fuente: Elaboración propia.

En general, el cálculo de la superficie ocupada por las lagunas muestra extensiones máximas en los meses de invierno (Julio y agosto) y mínimos en los meses de verano (enero) o poca diferencia entre estaciones. En cambio, en 2019 se tiene que la extensión máxima de la superficie lagunar es mayor en invierno y menor en verano, como se presenta en la Figura 6-19. Lo anterior puede estar relacionado con que, en oposición a lo observado en la pluviometría, los canales que se alimentan de aguas subterráneas presentan un régimen de máximos y mínimos desfasados en aproximadamente seis meses respecto de las precipitaciones, conjugándose además con los mínimos (junio) y máximos (diciembre) valores de evaporación. En términos históricos, el área calculada mediante imágenes de alta resolución para 2019 se encuentra sobre los mínimos históricos.

Mediante el análisis histórico de los sistemas lagunares de La Punta - La Brava y Peine, se estableció que tras la ocurrencia de fenómenos meteorológicos con aporte pluviométrico relevante, el aumento de la superficie lagunar persiste alrededor de 6 meses y puede ser sostenida hasta 1 año en el caso de ocurrir nuevos eventos. Existe por tanto una dinámica intra e interanual en estos sistemas controlado tanto por las precipitaciones, como por efecto de la evaporación y por el aumento de flujos subsuperficiales y subterráneos.

Figura 6-19 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Peine vs Precipitación mensual



Fuente: Elaboración propia.

En este sector, también las aguas subterráneas muestran un incremento de la Conductividad Eléctrica (CE) hacia el Núcleo del Salar, en dirección al punto LM-17 (Figura 5-143). De esta forma, las aguas menos mineralizadas se detectan en la estación Anterrepresa Tilomonte y en los piezómetros MP-07A y MP-08A, habilitados en aguas subterráneas someras, de agua salobre y ubicados al sureste de las lagunas, con más influencia de las aguas de recarga provenientes del acuífero aluvial del Borde Este. Las aguas con mayores CE se registran en los piezómetros someros entorno a la laguna Interna, así como también los piezómetros profundos MPS-CB y MPS-AB, los cuales presentan valores superiores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, típicos de salmueras.

Este comportamiento corrobora el modelo conceptual establecido en sector, según el cual las aguas de recarga sufren un incremento de la CE siguiendo el sentido de flujo debido a procesos de evaporación y/o de disolución-precipitación de minerales (clorurados y sulfatados) y a mezcla con salmuera del salar, cerca de la zona de Interfase Salina.

En general, la CE registrada en las lagunas es mayor a la registrada en las aguas subterráneas y además aumenta desde laguna Salada (que es la menos mineralizada) hacia laguna Saladita, debido a la evaporación; y luego, el agua procedente de esta laguna, se adentra hacia el Núcleo de salmuera de manera superficial/subsuperficial generando la laguna Interna, que es donde se reportan la máxima CE. El agua en esta zona al encontrarse con la costra de cloruros va disolviéndola y va enriqueciéndose en sales disueltas y en parte también se va evaporando, hasta que finalmente, convertida en salmuera, se infiltra al Núcleo.

Respecto a la posición de la Interfase Salina, destaca que, en general, la profundidad de medición de la Interfase Salina en los piezómetros del sector de Peine monitoreados durante 2019 no ha sufrido cambios en relación a los registros históricos de cada punto, por lo que se interpreta que la posición de la Interfase Salina se ha mantenido constante.

6.4.2.1 Resumen y/o conclusiones

Los aspectos más importantes de la integración de la información llevada a cabo para el sistema laguna Peine son los siguientes:

- Las aguas subterráneas someras (salobres) y las aguas superficiales de las lagunas, durante el 2019 presentan niveles con variaciones estacionales asociadas a la evaporación siguiendo la tendencia histórica, con recuperaciones bruscas debido a eventos de precipitación.
- Los niveles representativos de las aguas subterráneas profundas de salmuera presentaban una tendencia descendente desde 2018, para posteriormente presentar alza de niveles debido al evento de precipitaciones de inicio de año. Como se ha indicado, el nivel reflejado en estos puntos es sensible a los eventos de precipitación.
- En relación con la química del agua, al igual que para el sector La Punta-La Brava, los puntos ubicados en aguas superficiales (lagunas LM) muestran cambios atribuibles a las precipitaciones acontecidas en verano 2019, ya que las alzas de las concentraciones se producen principalmente en febrero y/o marzo. Dichos cambios, son fundamentalmente ascensos de sales, observados a través de parámetros insitu como la CE, y elementos mayoritarios, tales como Mg, SO₄, Ca, Na, etc. Para las aguas subterráneas someras (salobres) y aguas profundas (salmueras) las concentraciones están dentro de los registros históricos, salvo ciertos elementos puntuales para el pozo profundo MPS-AB debido al cambio de método de extracción de la muestra (paso de bomba a bailer). Esto implicó que la muestra fuera tomada en una profundidad representativa de aguas salobres y no de salmuera, como debiera ser.
- La Interfase Salina permanece estable durante el año 2019, manteniendo su condición de mayor profundidad a medida que los puntos se alejan del Núcleo.
- En relación con la superficie lagunar calculada mediante imágenes de alta resolución, con el análisis histórico de los sistemas lagunares de La Punta - La Brava y Peine, se estableció que tras la ocurrencia de fenómenos meteorológicos con aporte pluviométrico relevante, el aumento de la superficie lagunar persiste alrededor de 6 meses y puede ser sostenida hasta 1 año en el caso de ocurrir nuevos eventos. Existe por tanto una dinámica intra e interanual en estos sistemas controlado tanto

por las precipitaciones, como por efecto de la evaporación y por el aumento de flujos subsuperficiales y subterráneos.

- A partir del monitoreo efectuado durante el año 2019, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar Peine, que se detalla a continuación:
 - Las zonas de recarga se ubican al sureste del sistema lagunar, y están constituidas por aguas de composición clorurada sódica, que se infiltra al acuífero o bien por precipitación directa o por escorrentía superficial-subsuperficial hasta alcanzar zonas más permeables. Una vez en el acuífero, estas aguas fluyen hacia el Noroeste hasta interceptar con la superficie de terreno generando manantiales que dan origen a las lagunas. Una vez en superficie estas aguas siguen su recorrido, formando canales naturales que alimentan a las lagunas Salada, Saladita y finalmente laguna Interna. A medida que el agua fluye hacia el Núcleo va aumentando su salinidad, debido a procesos de evaporación. Por último, el agua de la laguna Interna acaba adentrándose en el Núcleo de salmuera de manera superficial, disolviendo la costra de cloruros y enriqueciéndose paulatinamente en sales disueltas, hasta que finalmente, ya convertida en salmuera, se incorpora al Núcleo.

6.4.3 Sector Norte y Borde Este

El sector denominado por este Proyecto como Norte y Borde Este está constituido por el sistema lagunar de Soncor y el sistema lagunar Aguas de Quelana. Ambos sistemas presentan diferencias en su funcionamiento hidrogeológico, por lo cual se ha realizado la discusión de manera independiente.

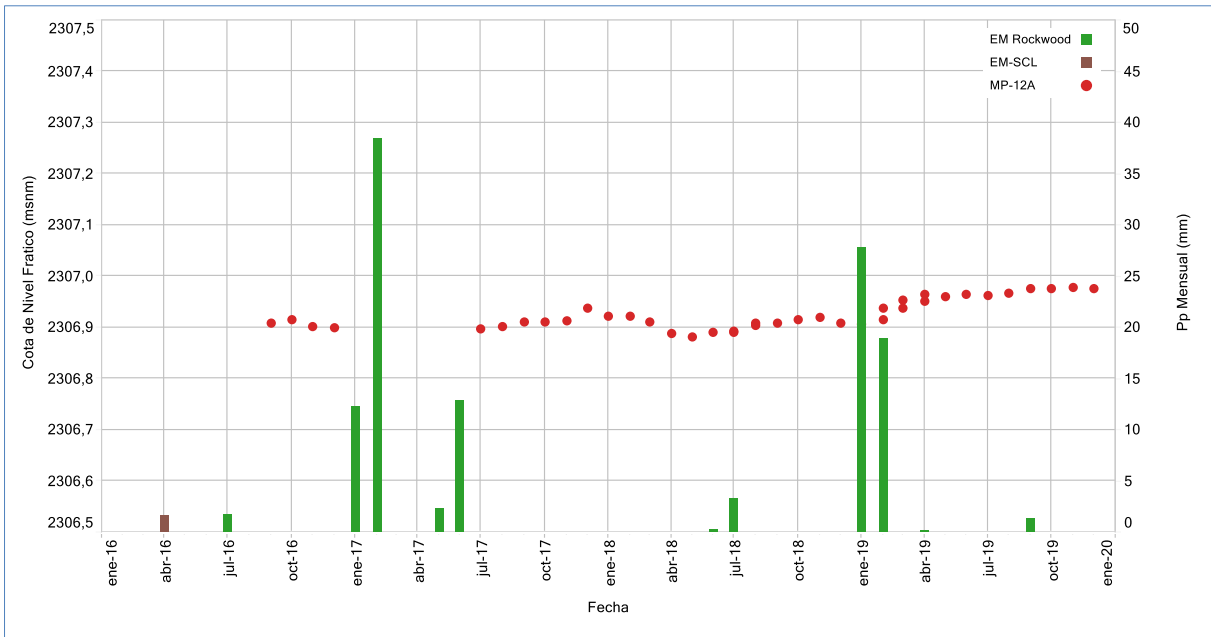
6.4.3.1 Sistema Lagunar Aguas de Quelana

Este sector abarca el área de la Zona Marginal y Borde Este de la cuenca alrededor del sistema lagunar Aguas de Quelana.

Las aguas subterráneas del acuífero dulce-salobre se monitorean en el piezómetro MP-12A, situado a unos 15 km al sur del sistema lagunar, en el acuífero aluvial del Borde Este. Si bien este piezómetro tiene una serie corta de datos y relativamente reciente (desde 2016), se detecta que presenta niveles con cierta variabilidad pero estables en el tiempo. Este comportamiento se puede observar en la Figura 6-20, donde se presenta la evolución temporal de los niveles de agua dulce-salobre del piezómetro mencionado frente a la precipitación. Se observa para 2019 un leve aumento de nivel, a partir de las precipitaciones de inicio de año, y luego de ello, los niveles se muestran estables en el tiempo.

En la Zona Marginal entorno el sistema lagunar de Aguas de Quelana no se cuenta con registro de niveles de salmuera, ya que Albemarle no dispone de puntos de monitoreo en ésta área.

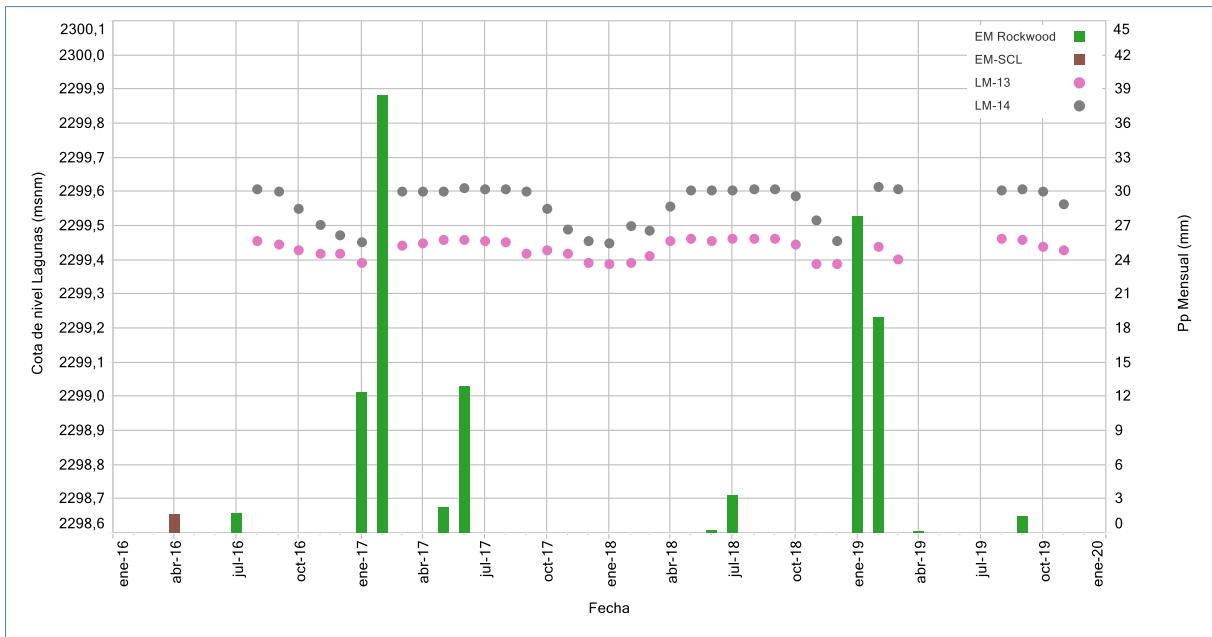
Figura 6-20 Evolución de niveles de pozos de aguas someras, salobres, al Sur del Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia.

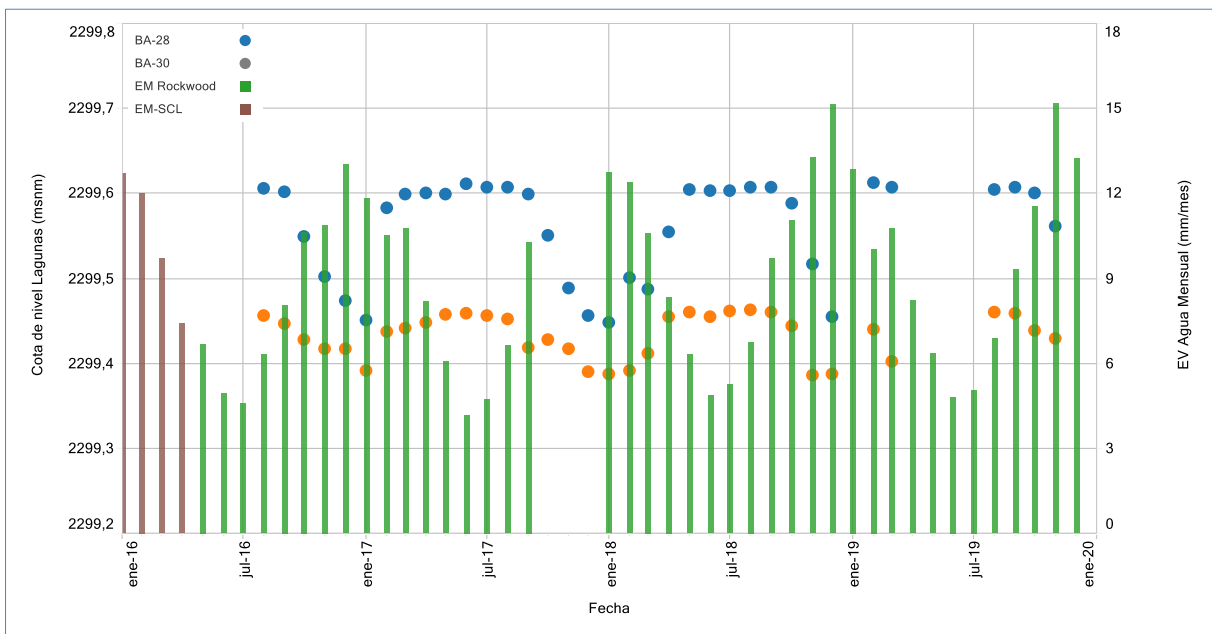
Al igual que en el caso del registro de aguas subterráneas, el registro de nivel de agua de las lagunas disponible es poco extendido en el tiempo, partiendo en agosto de 2016 con el monitoreo de los puntos LM-13 y LM-14. Al graficar la evolución de niveles de estos dos puntos frente a la precipitación y frente a la evaporación, (Figura 6-21 y Figura 6-22), se puede observar una tendencia oscilatoria de los niveles, con ascensos de nivel en invierno y descensos en verano, con una amplitud mayor en el punto LM-14. Además, se observa que los niveles son sensibles a lluvias intensas, como las registradas en febrero de 2017 y de 2019. A la luz de los datos disponibles, se interpreta que la evolución de niveles de este sector está condicionada por la recarga producto de las precipitaciones y por la evaporación, que es mayor en verano y menor en invierno.

Figura 6-21 Evolución de niveles de aguas superficiales versus precipitación. Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-22 Evolución de niveles de aguas superficiales versus evaporación. Sistema Aguas de Quelana.



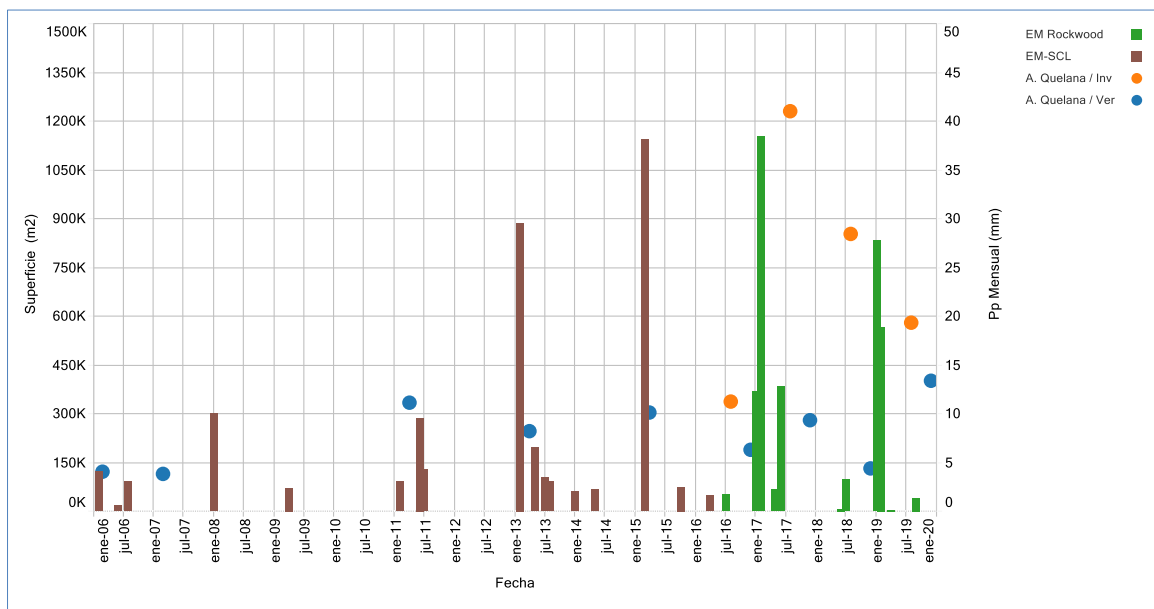
Fuente: Elaboración propia.

Si se analiza la evolución de la superficie de las lagunas, la cual se presenta en la Figura 6-23, se observa como los resultados obtenidos a partir de las dos fuentes de información utilizadas durante el 2019 (Pleiades 1A) registran un comportamiento estacional con valor

máximo en invierno y un valor mínimo en verano. Se observa también que la cobertura calculada en agosto y diciembre de 2019 es superior al registro mínimo histórico. El registro histórico de superficie lagunar considerado es el que se presenta en el Anexo C de este informe.

Por otro lado, de esta comparación también se establece que las variaciones del área ocupada por las lagunas se asocian a un comportamiento estacional, con extensiones mayores en invierno que en verano y, también, a una variación intranual condicionada por el régimen de precipitaciones de los años anteriores.

Figura 6-23 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia.

La conductividad eléctrica (CE) muestra diferencias entre las aguas de las lagunas, las vertientes y las aguas subterráneas del acuífero de agua dulce-salobre. Los valores más bajos se localizan en la vertiente Camar, correspondientes a aguas de recarga al acuífero. Los valores más altos del sistema se registran en las lagunas, lo que se interpreta como consecuencia de procesos de evaporación del agua de recarga durante su tránsito hacia el Núcleo y/o disolución de minerales. Por último, las aguas del acuífero salobre representadas por el pozo MP-12A, registran CE intermedias entre los valores de las vertientes y las lagunas, aunque más próximas a las primeras.

Efectivamente, las CE de las aguas va incrementando desde el Este hacia el Oeste (Figura 5-186), corroborando el modelo conceptual establecido para el sistema lagunar, a partir del cual, el flujo subterráneo que llega al sistema lagunar proviene de los acuíferos aluviales del Este, que son alimentados por distintas quebradas entre ellas la quebrada Camar. Durante

su corrido, las aguas subterráneas fluyen hacia el Oeste, disolviendo sedimentos evaporíticos aumentando su CE, hasta descargar en las lagunas, donde debido a procesos de evaporación se vuelve a incrementar la CE.

Se registra, a su vez, un incremento de la CE con la profundidad, debido a la presencia de la Interfase Salina. Al respecto, a partir del monitoreo de los perfiles de CE efectuados en el sector (piezómetro MP-12C), se detecta que la Interfase Salina, interceptada a una profundidad de unos 54 metros no ha presentado cambios en su ubicación en relación a los registros históricos, por lo que se interpreta que la posición de la Interfase Salina se ha mantenido constante.

6.4.3.1.1 Resumen y/o conclusiones

El sistema lagunar Aguas de Quelana está siendo monitoreado por Albemarle desde el 2016, por lo que el registro histórico de monitoreo hasta el momento, es escaso para establecer tendencias históricas claramente definidas. Aun así, a la luz de los datos obtenidos, durante el 2019 se observa el siguiente comportamiento:

- Los niveles medidos en las aguas subterráneas someras (salobres) presentan una tendencia estable, con variaciones estacionales. Estas variaciones estacionales también se observan en los niveles de agua de las lagunas y superficies lagunares y están asociadas a la evaporación.
- Durante el año 2019 no se han detectado cambios en la ubicación de la Interfase Salina en este sector.
- En el sistema lagunar se observan 2 tipos de agua; aguas intermedias cloruradas sódicas, que se disponen al Este del sistema en la zona de las vertientes, y aguas cloruradas sódicas, de mayor salinidad, que se localizan en el sector Oeste, en las lagunas y acuífero de agua dulce-salobre.
- Los resultados obtenidos para el año 2019 corroboran el modelo conceptual del Sistema Aguas de Quelana. Este modelo se resume a continuación:
 - Las aguas de las lagunas provienen del acuífero aluvial del borde Este. En las zonas de recarga, estas aguas poco salinizadas y de composición clorurada cálcica, son alimentadas, a su vez, por aguas de distintas quebradas, entre ellas la quebrada de Camar. Durante su recorrido hacia el Oeste, por efecto de la disolución de sedimentos evaporíticos, las aguas aumentan su CE y cambian su composición a cloruradas sódicas, hasta llegar a la Zona Marginal. Ya en la Zona Marginal, comienzan los procesos de evaporación, disolución y precipitación de sales. En la zona de las lagunas, debido a la magnitud del flujo subterráneo procedente del Este, el agua salobre se ve forzada a ascender al encontrarse con

la salmuera del Núcleo (Interfase Salina), aflorando en superficie y dando origen a las Lagunas del Sistema Aguas de Quelana.

- La dinámica de las lagunas está marcada por la evaporación con máximos de nivel y superficie en invierno y mínimos en verano. En ocasiones, durante los años más húmedos, o tras eventos de precipitación importantes en donde la superficie lagunar aumenta considerablemente, se producen desbordamientos superficiales hacia el Núcleo desde las lagunas hacia el Núcleo.

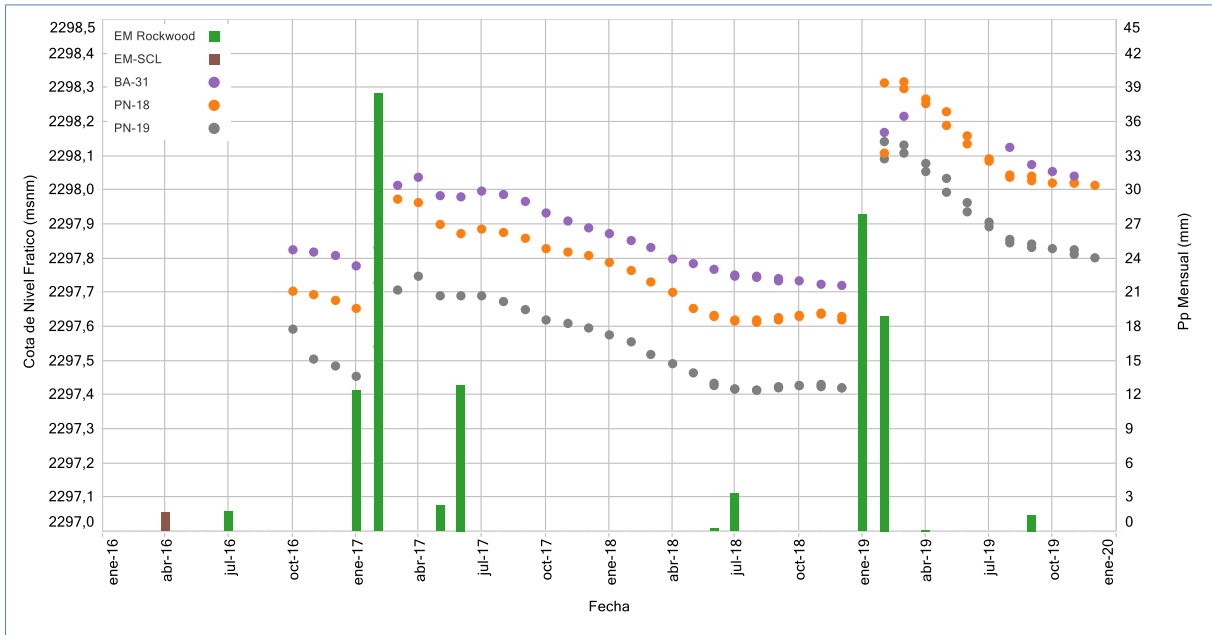
6.4.3.2 Sistema lagunar Soncor

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, alrededor del sistema lagunar Soncor y el área del Borde Este, frente a las lagunas, desde donde proviene parte de la recarga subterránea del sector.

En este sector el nivel de agua subterránea se monitorea mediante el piezómetro somero BA-31, localizado en la Zona Marginal. Tal y como se muestra en la Figura 6-24, este punto presentó una tendencia al descenso, similar a los puntos PN-18 y PN-19, ubicados en el Núcleo y próximos al sistema lagunar Soncor (ver Figura 4-12), atribuida a la explotación de salmuera del Núcleo del Salar. Sin embargo, el comportamiento en 2019 de los puntos más cercanos al Núcleo (PN-18 y PN-19) muestran una tasa de descenso menor durante el segundo semestre del año, tendiendo a una cierta estabilización. En el piezómetro somero BA-31, más alejado de la zona de explotación, este comportamiento está atenuado, mientras que es más evidente en PN-18 y PN-19.

Del gráfico, se observa que hay una cierta oscilación estacional en la evolución de niveles, producto de la evaporación, hecho esperable teniendo en cuenta que los niveles son someros. Además se producen ascensos bruscos de nivel como respuesta a los eventos de precipitación de mayor magnitud. Este comportamiento se explica bien por la infiltración directa del agua de lluvia, o bien por el hecho de que parte del agua de escorrentía que fluye a través de los canales naturales que alimentan las lagunas se infiltra en esta área. Cabe indicar que este comportamiento es el esperado según otros antecedentes que se tienen del sector (evolución de niveles de puntos del PSAH de SQM próximos al sistema lagunar de Soncor y analizados en el marco de la Adenda 5).

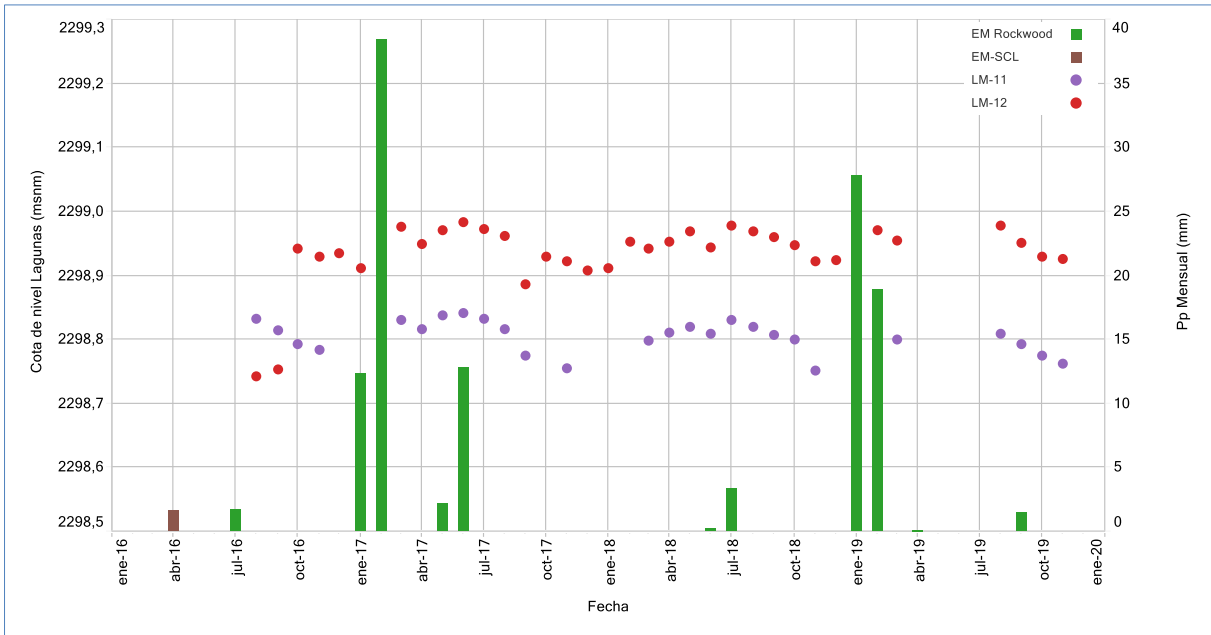
Figura 6-24 Evolución de nivel en piezómetros de salmuera próximos al Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia.

El registro nivel de agua en las lagunas del sistema Soncor se presenta en la Figura 6-25. Si bien el registro en estos puntos no es tan extenso, resulta suficiente para evidenciar un comportamiento estacional con máximos en invierno y mínimos en verano, en asincronía con la evaporación y con ascensos de nivel como respuesta a las precipitaciones. Tal y como se ha explicado en los otros sistemas lagunares, que los niveles permanezcan constantes oscilando entre las mismas cotas se explica como consecuencia de la recarga subterránea, mientras que las variaciones estacionales se interpreta que son producidas principalmente por evaporación.

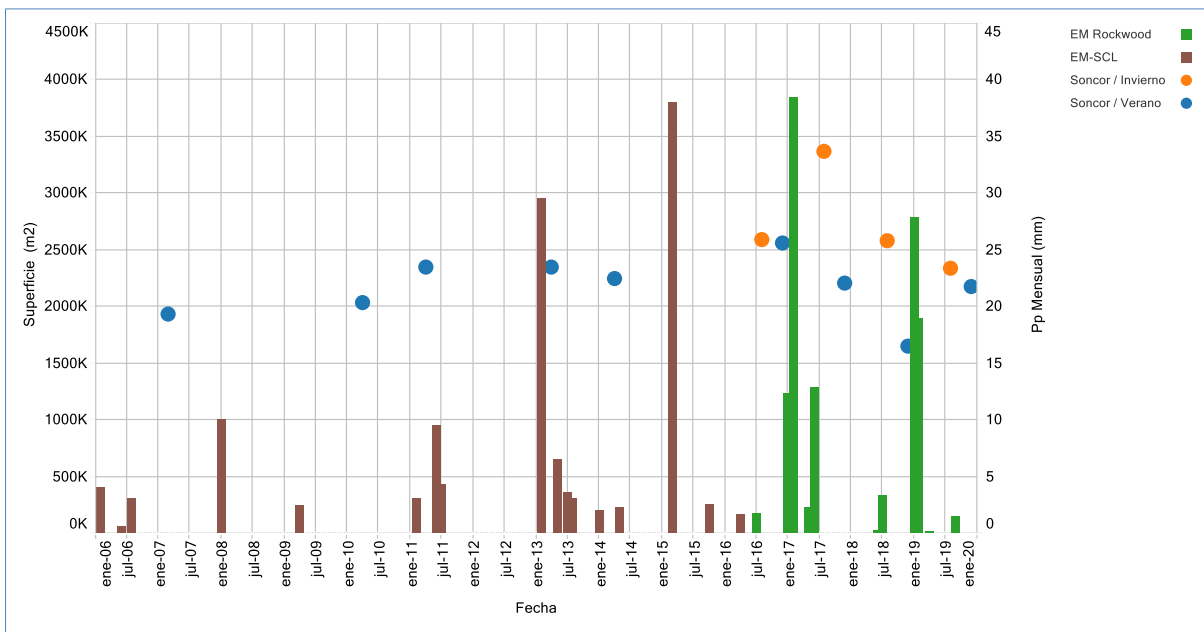
Figura 6-25 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la superficie lagunar, en la Figura 6-26, donde se presenta la evolución histórica de la superficie lagunar frente la precipitación, se puede observar como la evolución histórica es estacional, al igual que los niveles lagunares, aumentando el área en invierno y disminuyendo en verano. En 2019, las áreas calculadas se encuentran sobre el mínimo histórico para ambas estaciones y la variación intranual en las superficies calculadas no es tan marcada como en años anteriores. El registro histórico de superficie lagunar considerado es el que se presenta en el Anexo C de este informe.

Figura 6-26 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia.

En el Sector de Soncor no se dispone de piezómetro para monitorear la posición de la Interfase Salina, el punto más cercano en el que se monitorea esta variable es el MP-12C, tratado en el análisis del sistema de Aguas de Quelana.

En el tránsito entre Laguna Chaxa (LM-12) hacia laguna Barros Negros (LM-11) se produce un aumento de la conductividad eléctrica (CE), con valores similares a los registrados en las aguas subterráneas del sector (BA-31) (Figura 5-186). Lo anterior confirma que la evaporación y la disolución de sedimentos evaporíticos produce una concentración de sales y por tanto un aumento de la conductividad eléctrica desde la zona de recarga hacia el sector de las lagunas, de este a oeste, y de norte a sur a medida que las aguas circulan por el sistema lagunar a través de canales superficiales naturales.

6.4.3.2.1 Resumen y/o Conclusiones

El sistema lagunar de Soncor está siendo monitoreado por Albemarle desde el 2016, por lo que el registro histórico de monitoreo hasta el momento es escaso para establecer una tendencia histórica clara. Aun así, a la luz de los datos obtenidos, durante el 2019 se observa el siguiente comportamiento:

- En el segundo semestre de 2019 se observa un leve cambio de tendencia de los niveles, posterior a las precipitaciones de inicio del año, elevando las cotas de los niveles principalmente en las aguas subterráneas someras.

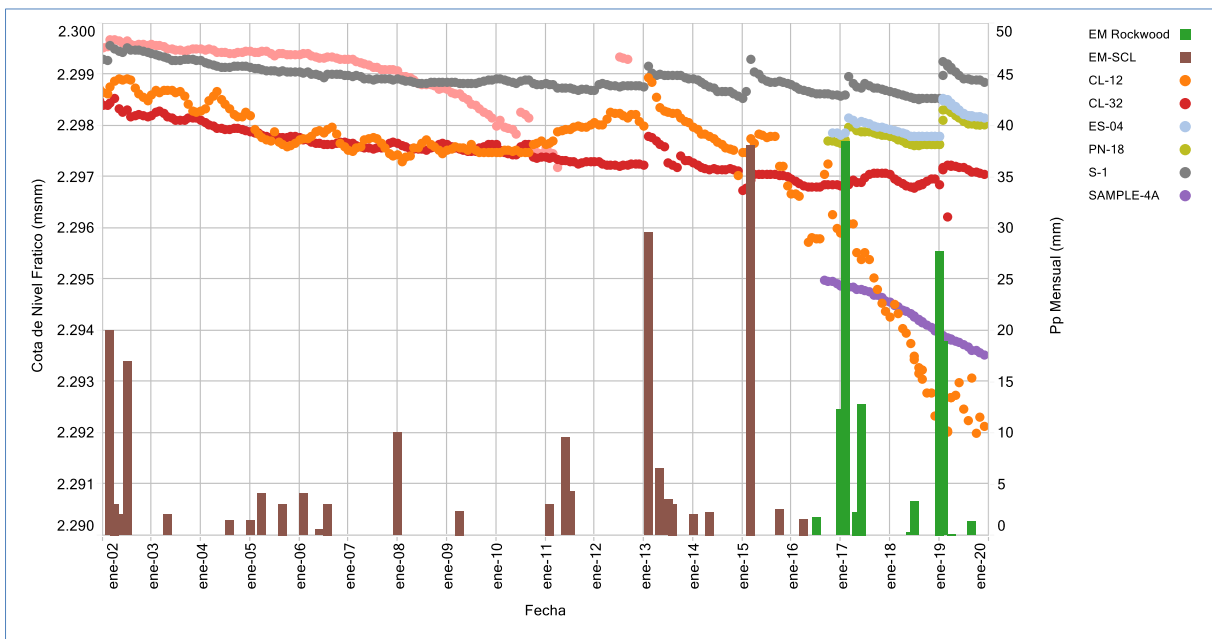
- La superficie cubierta por lagunas muestran una leve variación intranual, manteniendo el comportamiento histórico, con cobertura mayor en invierno y menor en verano. Ambos registros se encuentran por sobre los valores mínimos históricos de cada estación. El comportamiento de estos cuerpos de agua es complejo y se encuentra asociado tanto a los efectos estacionales de la evaporación, como al régimen intranual de las precipitaciones.
- La química del agua del sector se mantiene dentro de los rangos históricos y esperados, no presentando variaciones relevantes. Quebrada Camar no se pudo medir en el 2019, debido a problemas de acceso.
 En todos los elementos mayoritarios las aguas de las lagunas presentan mayores concentraciones lo que resulta concordante con el proceso de evaporación a la cual se ven expuestas las aguas de dichos cuerpos de agua. De la evolución temporal, se observa que los valores medidos en el 2019, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se encuentran en el comportamiento histórico. Al mirar los cuatro elementos mayoritarios totales analizados, el Sodio total resulta ser el de mayor concentración presente en las aguas de este sector.
 En general, se tiene que tanto para el Boro como Litio y Estroncio, los registros de las lagunas son mucho mayores a los registrados históricamente en Qda. Camar, así también para el pozo somero MP-12A.
- A partir de los resultados del monitoreo efectuado durante el año 2019, se confirma el modelo conceptual establecido, tal y como se detalla a continuación:
 - El flujo subterráneo que alimenta a las lagunas proviene del Este (según lo explicado en Adenda 5 también proceden del Norte, pero a partir del monitoreo efectuado no se tienen datos del sector Norte) y conforme fluye hacia el Oeste, va incrementando su CE debido a la disolución de sedimentos evaporíticos.
 - En la zona donde la Interfase Salina intercepta la superficie topográfica, se generan manantiales. El agua procedente de estos manantiales, fluye de manera superficial-subsuperficial generando canales naturales en dirección sur y comienza a sufrir procesos de evaporación alimentando las lagunas Chaxa y finalmente Barros Negros.
 - Aguas abajo de la laguna Barros Negros, el agua que no se ha evaporado se desborda directamente sobre el Núcleo del Salar, incorporándose al acuífero de Salmuera.

6.4.4 Sector Núcleo

El Sector Núcleo corresponde a la zona de descarga donde confluyen las aguas de recarga provenientes de las cuencas aportantes (norte, este, sureste y suroeste), junto con las aguas provenientes de los sistemas lagunares, que por escorrentía superficial e infiltración subsuperficial fluyen hasta la costra salina.

Para entender el comportamiento del Núcleo, se ha analizado la evolución temporal de los niveles en relación a la precipitación (Figura 6-27). Debido al gran número de pozos de monitoreo existentes, se han seleccionado aquellos pozos representativos de cada uno de los sectores del Núcleo (definidos en la sección 5.6.4), los cuales presentan una extensa serie histórica de registros. Para el sector centro norte del Núcleo se tienen los piezómetros PN-18 y ES-04, para la zona este se tiene el piezómetro S-1, para la zona oeste se tiene el piezómetros Sample 4, que no está vigente, y Sample 4A, que lo reemplaza en la actualidad y para la zona de producción se tiene el piezómetro CL-12.

Figura 6-27 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo.



Fuente: Elaboración propia.

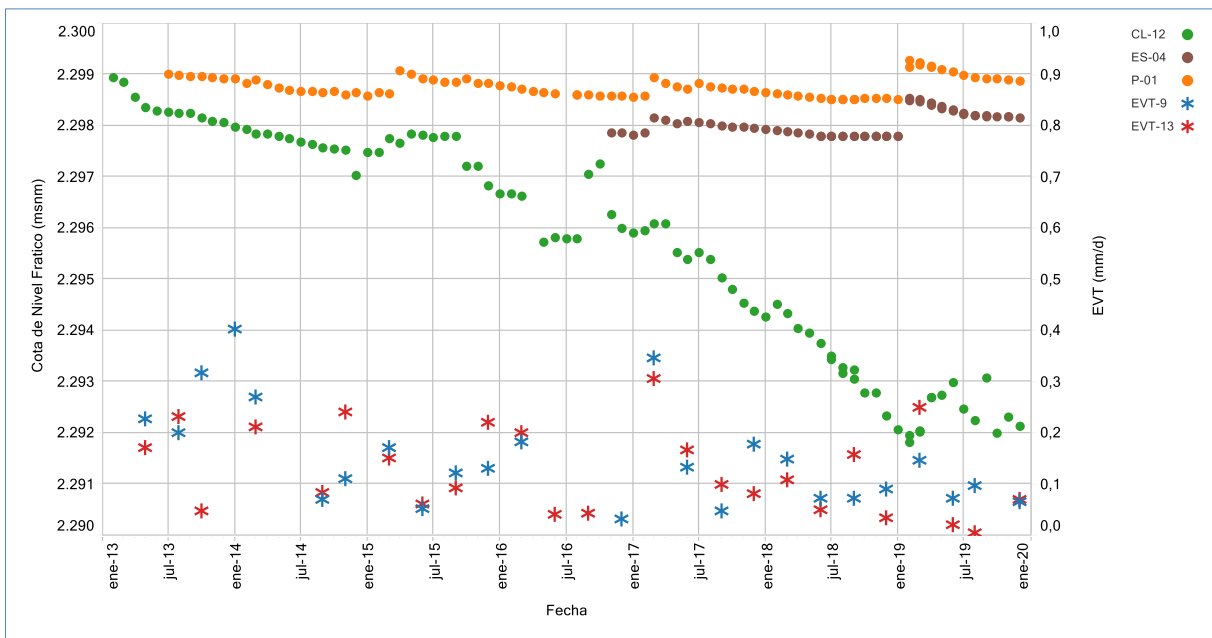
A partir de la Figura 6-27 se constata que, de forma general, todos los piezómetros son sensibles a los eventos de precipitaciones. Particularmente, en 2019, todos los piezómetros muestran un alza de nivel por el evento de precipitaciones de febrero, con la excepción del piezómetro Sample-4A, en la zona oeste. Luego de este alza de nivel, todos los piezómetros muestran una tendencia al descenso, la cual tiende a disminuir desde mitad de año en los piezómetros S-1, PN-18, ES-04 y CL-32. En cambio, los piezómetros CL-12 y Sample-4A mantienen su tendencia de descenso hasta fines de 2019. En general, los descensos son más pronunciados en las zonas próximas a áreas de extracción de salmuera, ya sean de Albemarle o SQM (p ej. Pozo CL-12 o Sample-4/Sample-4A), y disminuyen conforme se alejan de la misma (p ej. pozos ES-04 y PN-18). Dentro de esta tendencia general que se da en los sectores de producción, también se observan puntos con comportamiento fuera de la tendencia general, como por ejemplo el CL-32, que se interpreta por variaciones en las tasas de extracción de los pozos productivos cercanos al punto de monitoreo.

Particularmente durante el 2019, en los pozos de la Zona Oeste (Sample 4 y Sample 4A) se observa una tendencia a la baja en el nivel, debido a a la influencia de la explotación de salmuera en el Núcleo del Salar. Los pozos ubicados en la zona de producción y cercanos al Cordón de Lila presentan niveles variables con tendencia clara a la baja, que responden al régimen de bombeo de los pozos productivos del sector, con descenso más acentuado en caso de estar próximos a un borde impermeable (CL-12). Además, a partir de octubre del 2016, en la zona de producción se observa un incremento en los descensos que responde al aumento en la extracción de salmuera. De igual manera, en la zona Este (S-1), se observa una tendencia al descenso con recuperaciones puntuales asociadas a eventos precipitación. La respuesta a las precipitaciones es muy clara en los eventos de tormenta del año 2013, 2015, 2017 y 2019. Los registros de nivel en los pozos de la zona Centro Norte (PN-18 y ES-04) presentan un registro histórico acotado y reciente, pero se infiere, como es esperable, la misma tendencia que para la zona Este, con tendencia a la baja de los niveles y recuperaciones puntuales después de eventos de precipitación.

En términos generales, en todos los pozos del Núcleo se registran ascensos de niveles como consecuencia de eventos de precipitación, a excepción de los pozos ubicados en la zona Oeste (p. ej. Pozos Sample 4 y Sample 4A). Este comportamiento conversa con la evolución histórica de los niveles del acuífero de salmuera en el Núcleo y se explica por infiltración directa del agua de lluvia en el salar y/o por infiltración indirecta asociada a escorrentía superficial/subsuperficial producto de las lluvias, que se va enriqueciendo desde las zonas de recarga menos permeables, pasando por la Zona Marginal hasta alcanzar el Núcleo del Salar, infiltrando y haciendo ascender los niveles. En el sector Oeste, las precipitaciones son menores y no se aprecia esta respuesta de los niveles frente a las precipitaciones.

Para observar la respuesta de la evaporación en relación a los niveles en descenso, se presenta en la Figura 6-28, la evolución en algunos pozos representativos de la zona Centro Norte y cercanos a puntos de medición de evapotranspiración (P-01 y ES-04) y en la zona de Producción (CL-12), frente a los registros de evapotranspiración (EVT-9 y EVT-13), constatando que la tasa de evapotranspiración aumenta en el área, a medida que los niveles son más someros, lo cual es consistente con la mayor disponibilidad de agua para evapotranspirar (P-01, ES-04). Por otra parte, el nivel observado de CL-12 es consistente con su ubicación en el área de producción y, dada su profundidad de nivel de agua (mayor a 7 m), no se ve afectada por el proceso de evapotranspiración.

Figura 6-28 Evolución de la Evapotranspiración en relación a los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia.

6.4.4.1.1 Resumen y/o conclusiones

Los niveles en el Núcleo presentan en general, una tendencia al descenso, registrando ascensos de nivel en respuesta a los eventos de precipitación y recarga del sistema, donde para algunos pozos como en el caso de P-01 y ES-04 el año 2019 eleva la condición promedio de niveles. En la Zona de producción, los niveles presentan un comportamiento variable y con tendencia al descenso, asociado a la explotación de los pozos productivos. Desde el segundo semestre del 2016 se incrementa la extracción de salmuera en la zona de producción, hecho que se evidencia en un incremento en el descenso de niveles en algunos pozos pero no todos. En la zona Oeste los niveles no están influenciados por el régimen de precipitación, presentando una tenencia a la baja, siguiendo el registro histórico de este sector.

6.5 Discusión y Revisión del Estado del PAT

El objetivo del Plan de Alerta Temprana (PAT) es detectar anticipadamente (en el tiempo y en el espacio) desviaciones respecto de los pronósticos del comportamiento del componente hídrico que pudieren llegar a afectar los sistemas objeto de protección y, activar las medidas preventivas necesarias para evitar efectos no previstos. Estas medidas pueden ser preventivas intermedias, para entender el origen del desvío de los pronósticos, o finales pero anticipadas, para revertir un comportamiento no esperado del sistema y antes de que pudiera generarse un efecto adverso, como por ejemplo la disminución o cese de la extracción.

Como fue indicado en la sección 4.2.7 y también en la 5.10 del presente informe, el Plan de Alerta Temprana considera tres sectores de alerta:

- Sector de alerta Núcleo
- Sector de alerta Acuífero
- Sector de alerta Norte

Cada uno de ellos con sus puntos de activación, umbrales y medidas de acción diferentes, que dicen relación con el comportamiento esperado de cada sector durante la fase de operación del Proyecto.

Durante el año 2019, tal como fue presentado en la sección 5.9, es posible indicar que no se han sobrepasados los umbrales en ninguna de las mediciones realizadas ni se ha activado ninguna de las fases del PAT Sector de alerta Núcleo ni del Sector de alerta Acuífero.

En relación al Sector de alerta Núcleo, en la sección 5.10 se presentaron los niveles observados versus los umbrales y en sección 6.1.4 la comparación entre los niveles observados y los descensos modelados en la Adenda 5 sobre los pozos del PAT asociados al Sector de alerta Núcleo (Figura 5-237 a Figura 5-240), para verificar el comportamiento de niveles del Núcleo. De lo anterior, se tiene que los niveles observados durante el 2019 presentaron un alza en el mes de febrero, producto de las lluvias acontecidas en el salar y posteriormente tasas de descenso observadas hasta mediados del 2019 mayores a las de años previos y que aproximadamente a mitad de año se estabilizaron, manteniendo la tendencia de los años anteriores.

Finalmente, respecto del comportamiento de los niveles en los puntos que se ubican en el Sector de alerta Acuífero (Figura 5-241 a Figura 5-245 de la sección 5.9), fue observado que presentan una oscilación estacional, asociada al efecto de la evaporación. Así, los períodos en que los niveles han estado más cerca de los valores umbrales, ha sido en los meses de verano, cuando los niveles se esperan más bajos.

Se destaca que de aquellos puntos ubicados en el sistema lagunar La Punta-La Brava, el piezómetro somero denominado BA-07, incluido en la Figura 5-242, finalizó el año 2018 con registros bajo al umbral, sin embargo, éstos no alcanzaron a mantenerse en el tiempo, para ascender en el mes de febrero 2019. Por otra parte, y según lo esperado los niveles de BA-05 y BA-16 se mantienen estables, pero con valores máximos de BA-16 menores al de años anteriores. Cabe señalar que los niveles de todos los piezómetros someros ubicados en el sistema lagunar Peine asociados al PAT presentan una oscilación estacional estable según la data histórica registrada hasta la fecha.

Por otro lado, como se explica en el sección 4.2.7 de este informe, el PAT en el Sector de alerta Norte contempla 5 puntos de activación que corresponden a aquellos pertenecientes al Plan de Contingencia de SQM (RCA N°226/2006 de la COREMA Región de Antofagasta, proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” del titular SQM Salar S.A.). La condición de activación para Albemarle consiste en que la autoridad ambiental notifique que SQM ha activado la Fase I o Fase II de su PAT y la verificación que este nivel se encuentra bajo los umbrales establecidos en la RCA N° 21/2016 como resultado de la activación de uno de sus pozos (L5-10; L4-12; L3-9; L1-5 y/o L1-G4 Pozo).

Como se ha indicado en el Capítulo 2 y en el Apartado 5.10.3 que, producto de la activación del PC de SQM Salar S.A y en respuesta al requerimiento de la SMA debido a esta activación, ALB activó también su PAT en Sector Alerta Norte y sus medidas asociadas a la Fase I, numeral 4.5 del Anexo 3 de la Adenda 5, donde se establecen 3 acciones preventivas: a) aumentar la frecuencia de monitoreo durante 3 meses, b) entregar mensualmente los datos a la autoridad en formato digital; y, c) activar la herramienta de efecto sinérgico.

Con respecto a la acción preventiva a), se aumentó la frecuencia de monitoreo durante los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2019 en la variables y frecuencia indicadas en la Tabla 6-6.

Tabla 6-6. Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT.

Monitoreo	Frecuencia normal	Frecuencia Activación PAT (por tres meses)
Niveles freáticos	Mensual	Quincenal
Calidad de agua del acuífero y las lagunas	Trimestral	Mensual
Posición de la Interfase Salina	Trimestral	Mensual

Fuente: Tabla 4-7 de Anexo 3 Adenda 5.

En el caso de la acción preventiva b), se entregó a la autoridad ambiental, en forma mensual, durante todo el periodo de activación todos los datos brutos de monitoreo del PSAH en formato de hoja de cálculo poniéndolos a disposición de la autoridad y quienes los soliciten para los análisis que se consideren oportunos, los respaldos de dichas entregas se adjuntan en el Anexo M de este Informe.

Finalmente, en el caso de la acción preventiva c), se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega de resultados con fecha 04 de julio de 2019 a la SMA, con el documento identificado como *“Informe de Verificación de Efecto Sinérgico”*, dando cumplimiento así al numeral 10.16 y 10.20 de la RCA N° 21/2016, carta se adjunta en el Anexo M. Con esta herramienta se busca entender el origen de la activación del PAT, mediante modelación numérica, la contribución de cada operación al descenso observado en el punto de activación, según quedó definido en el Anexo 3 de la Adenda 5 del EIA del Proyecto.

Respecto de los resultados del análisis el efecto sinérgico, se concluye que los descensos en el punto L4-12, a la fecha de evaluación del efecto sinérgico (1 de enero de 2019) respecto del nivel a noviembre de 1997 no se vinculan al aumento de extracción asociados a la RCA 21/2016, sino que a las extracciones históricas. Lo anterior se concluye a partir de los resultados de la modelación realizada, donde los niveles sin y con los 300 L/s adicionales de extracción no muestran diferencias en el punto L4-12. Para el punto L5-10 el modelo mostró que ALB no tuvo contribución detectable en los descensos, por lo que los 1,2 cm son 100% responsabilidad de la operación de SQM.

6.6 En relación Reportabilidad en Planillas Formato RES SMA 894/2019

De acuerdo con lo indicado en el Capítulo de Resultados de este Informe, como parte de la reportabilidad a la SMA, se entregan los archivos y planillas excel que contienen todos los datos históricos monitoreados por ALB y que tienen compromiso de monitorear. Además, este informe incorpora los archivos excel en el formato que establece la SMA en su Resolución Exenta N°894/2019. Esta resolución entró en vigencia el 27 de septiembre del año 2019 y dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental de la componente ambiental “agua”. El artículo 1 de la resolución señala que *“los titulares de proyecto o actividades en cuya Resolución de Calificación Ambiental (RCA) se contemple la ejecución de actividades de muestreo, medición, análisis y/o control de los subcomponentes aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas, deberán presentar los informes de seguimiento ambiental de acuerdo a las siguientes instrucciones, de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la R.E. N°223/2015”*.

En cuanto a la temporalidad de la información entregada en este formato, se tiene que corresponde al período aplicable al presente Informe Anual, es decir, toda la información de monitoreo del año 2019. En los Anexos digitales, se presentan las planillas de datos medidos en formato SMA 894/2019 de las siguientes variables:

- Caudales Superficiales (aforos)
- Niveles de Aguas (pozos y limnímetros)
- Caudales de Bombeo
- Calidad de Aguas (superficial y subterránea)
- Estratigrafía y perfiles de habilitación.

Al respecto, es importante indicar que existen ciertos campos que no se han completado en las planillas SMA reportadas, debido en la mayoría de los casos a que no serían elementos o parámetros obligatorios a reportar ya que no estarían exigidas en la RCA 21/2016 ni en su proceso de evaluación. Debido a ello, a continuación se presenta un detalle de los campos que no han sido completados por ALB en cada una de las planillas SMA reportadas, junto con aquellos “campos especiales” que requieren algún tipo de explicación adicional en su llenado.

En particular, para el caso del bombeo de los pozos de producción de salmuera, a raíz de la RCA 21/2016, ALB tiene el compromiso de reportar solo volumen y caudal de bombeo por pozo de producción de salmuera. Sin embargo, considerando la RES 894/2019 de la SMA y su planilla “Planilla seguimiento caudal agua subterránea”, se incluye un campo para reportar los datos del totalizador del flujómetro, nivel piezométrico y caudal instantáneo, ALB entrega dichos datos desde julio de 2019 en adelante.

Caudales Superficiales (aforos)

Para los caudales aforados, en “*PlanillaSeguimientoCaudalAguaSuperficial_Res SMA 894_2019_AFORO_18032020_VF.xlsx*” se tiene para ciertos campos lo siguiente:

Tabla 6-7: Detalles planilla SMA de Caudales Superficiales 2019

Campo	Explicación
Res. DGA (N°/año)	No aplica ninguna Resolución DGA, por lo tanto el campo queda llenado con la simbología “-”.
Límite o Umbral (Caudal Autorizado por la RCA)	No existe valor, ya que no quedó comprometido ningún umbral para esta variable, por lo que se completa campo con simbología “-”.

Fuente: Elaboración propia.

Niveles de Aguas (pozos y limnómetros)

Para la variable niveles se entregan 5 archivos, correspondientes uno para cada sector. A saber: Sector La Punta-La Brava, Sector Peine, Sector Norte y Borde Este y Sector Núcleo. Este último se entrega en 2 archivos, haciendo la diferencia entre Núcleo y Núcleo Actual. La denominación de los archivos es del tipo “*2019_SMA_PlanillaSeguimientoNivelAgua Subterranea_Res SMA 894_2019_NÚCLEO_dd032020.xlsx*” y, al respecto, se tiene que los archivos en cada sector incluyen datos tanto de Limnómetros (códigos “LM”) como de Pozos.

En el caso de los Limnómetros, es importante señalar que:

Tabla 6-8: Detalles planilla SMA de Niveles de Agua “LIMNIMETROS” 2019

Campo	Explicación
Cota del Pozo (msnm)	En el caso de los puntos denominados “LM-XX”, éstos corresponden a Limnómetros, que son reglillas, en donde la Cota indicada, corresponde a la cota de referencia de la reglilla.
Stick Up (m)	Los limnómetros “LM” no tienen stick-up, por lo que no se indica medida ya que no corresponde.
Profundidad del agua subterránea desde Cota Collar (m)	Para los LM, el valor ingresado en este campo corresponde a la altura limnimétrica, desde la cota de referencia de la reglilla, hasta el espejo de agua, lo que corresponde al dato trazable. (m)
Cota del agua subterránea (msnm)	Corresponde a la cota de nivel, del espejo de agua de la laguna (msnm)

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los Pozos, es importante señalar que:

Tabla 6-9: Detalles planilla SMA de Niveles de Agua “POZOS” 2019

Campo	Explicación
Cota del Pozo (msnm)	<p>Esta cota corresponde a la cota collar del pozo en msnm, la cual corresponde la cota desde donde se mide la profundidad de agua en Albemarle.</p> <p>Para determinar la cota de agua subterránea (msnm) se debe restar la cota del pozo (msnm) y la profundidad del agua subterránea medida desde cota collar (m) (también denominado nivel estático).</p> <p>Dentro del archivo, se adjunta una imagen explicativa, con:</p> $\text{Cota del agua subterránea (msnm)} = \text{Cota del Pozo (msnm)} - \text{Profundidad del agua subterránea desde Cota Collar (m)}$
Stick Up (m)	<p>Medido desde la boca del pozo hasta el suelo. En la práctica Albemarle no usa este dato para el cálculo de la cota del agua subterránea (msnm).</p> <p>En el caso de no existir stick up (m) se completa con simbología “-“ en su campo y se da explicación en campo Observaciones.</p> <p>El único caso en que no existe valor ni observación respecto a esto es para el punto S-2, el cual se encuentra a ras de suelo y por eso no presenta valor.</p>
Profundidad del agua subterránea desde Cota Collar (m)	<p>La profundidad del agua, se entrega como dato medido desde la Cota Collar del pozo, dato trazable. Por este motivo se entrega en metros (m) y no en metros bajo el nivel de terreno (m.b.n.t.).</p> <p>Albemarle mide la profundidad del agua desde la Cota Collar del pozo, sin pasar por el cálculo del StickUp.</p>
Cota del agua subterránea (msnm)	<p>Campo se completa con valor correspondiente a la cota del agua subterránea (msnm) para cada punto de monitoreo.</p> <p>En caso de no poder acceder al punto de monitoreo, el campo queda con la simbología “-“.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Caudales de Bombeo

Para la variable caudales de bombeo se entrega 1 archivo, del tipo “2019_SMA_Planilla Seguimiento Caudal Agua Subterránea_Res SMA 894_2019_BOMBEO_26032020_VF.xlsx”.

Calidad de Aguas (superficial y subterránea)

Para la variable calidad de aguas, se entregan 3 archivos correspondientes uno a cada sector que tiene compromiso de monitoreo de calidad de aguas: La Punta-La Brava, Peine y Norte y Borde Este.

La denominación de los archivos es del tipo “Planilla Calidad Agua Sup Y Sub-LPLB” y, al respecto, es importante señalar que dado los compromisos de ALB, existen una serie de parámetros que no estaban en la planilla de base de SMA, por un lado porque no se hacía en dicha planilla la distinción en la fracción, si es un elemento total y/o disuelto; y por otro elementos que fueron agregados para reportar, entre los cuales se pueden señalar:

- Parámetros de Terreno: Sólidos Totales Disueltos (SDT), Oxígeno Disuelto (OD);
- Parámetros de Laboratorio: pH, CE, SDT, Densidad, Boro disuelto, Litio disuelto, Estroncio disuelto, etc.

En la planilla se indica cada uno de los parámetros comprometidos a monitorear, haciendo la distinción si son elementos totales y/o disueltos. La explicación para ciertos campos es el siguiente:

Tabla 6-10: Detalles planilla SMA de Calidad de Aguas 2019

Campo	Explicación
Cantidad Total de registros	Se llena con la cantidad de “Campañas” que se reportan, que para este año, dado que son trimestrales pero se activó el PAT, corresponden a 6 campañas en el año 2019. (Por lo que los registros, debiesen ser Campañas por párametros analizados)
Profundidad de la Muestra (mbnt) Si Aplica	Se completa con valor de la profundidad (mbnt) para los casos de aguas subterráneas a la que se obtuvo la muestra en cada punto de monitoreo. Se completa el campo como “No aplica” en casos de que no corresponde informar la profundidad de la muestra debido al tipo de cuerpo de agua es laguna.
Límite o Umbral Autorizado	Para ALB no existe valor umbral de calidad de aguas en ningún punto, por lo que el campo se completa con la simbología “-“.
Tipo de Límite o Umbral	Campo indica el tipo de limite o umbral de cada parámetro. En el caso de ALB, se completa el campo como “No aplica”.

Fuente: Elaboración propia.

Estratigrafía y perfiles de habilitación.

Para este caso, se entregan los siguientes archivos, de los cuales el archivo “20191231_Listado_puntos_subte PSAH_Res894 a Dic_2019” contiene el detalle de los puntos de monitoreo del PSAH y los pozos de producción a diciembre de 2019, donde se indica que tipo de información estratigráfica y de habilitación existe en cada uno:

20191231_Listado_puntos_subte PSAH_Res894 a Dic_2019.xlsx
20200323_Reportabilidad 894 pozos ProducciónALB_Salar a Dic-19.xlsx
2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema LPLB.pdf
2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema NyBE.pdf
2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema Peine.pdf
2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_ Sistema Núcleo Actual.pdf
2019_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_ Sistema Núcleo.pdf

Así mismo, los distintos documentos que se adjuntan corresponden a los perfiles de habilitación y estratigrafía de los pozos de monitoreo que componen la red del PSAH, los cuales fueron agrupados por sectores (Sistema La Punta La Brava, Sistema Peine, Sistema Norte y Borde Este, Sistema Núcleo y sistema Núcleo actual). Cabe destacar que los puntos construidos en años anteriores a la campaña de perforación de 2016 (ubicados en el sector Núcleo), no cuentan con información estratigráfica ni esquema de habilitación, ya que al momento de su construcción no se realizó dicho registro.

En cuanto a los pozos de producción construidos a diciembre de 2019, se presentan en el archivo: “20200323_Reportabilidad 894 pozos ProducciónALB_Salar a Dic-19.xlsx”, el cual contiene la información estratigráfica y de habilitación de cada uno de los pozos construidos. Cabe destacar que alguno de los puntos antiguos (anteriores al año 2014) no cuentan con dicha información ya que no fue registrada de su proceso constructivo.

6.7 En relación a entregables 2019, en el marco de la RCA 21/2016

El Informe del Plan de Seguimiento Ambiental –PSAH- da cumplimiento a lo establecido en: el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua); al Considerando N° 10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de las otras dos RCA indicadas en la Tabla 2-1 de este informe.

En evaluación ambiental del Proyecto quedó establecido, además de la entrega anual del Informe del PSAH, una serie de compromisos indicados en el Considerando N°10 de condiciones o exigencias específicas de la RCA21/2016. Relacionado con lo anterior, y con las variables del PSAH, en Anexo M de este Informe Anual, se adjunta toda la información de respaldo entregadas a la SMA durante el año 2019 y a continuación se presenta un resumen de cada una de ellas.

6.7.1 En relación con los Lisímetros, Considerando 10.5 y 10.6 de RCA 21/2016.

- Con fecha 07 enero 2019, se envió carta a la SMA, informando del término de las labores de “*Construcción de 11 Lisímetros a lo largo del salar de Atacama*” por parte de ALB, referente a los Considerandos 10.5⁴³ y 10.6⁴⁴ de la RCA21/2016, dando así por finalizada la etapa de implementación del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico. De esta manera comienza el período de marcha blanca de los lisímetros.
- Relacionado con lo anterior, con fecha 15 de julio 2019, se hace entrega a la SMA del “*Informe de Finalización de implementación de la red de monitoreo PSA*”, dando cumplimiento a los Considerandos 10.5 y 10.6 de la RCA21/2016, que correspondería al Informe Técnico del proceso de construcción de 11 lisímetros en el Salar. El mencionado informe contiene la actualización de la ubicación de los lisímetros en coordenadas UTM Datum WGS 84 y de las cotas topográficas.
- Respecto a lo anterior, es dable señalar que, con fecha 30 de octubre 2019, Albemarle sostuvo una reunión con la SMA Nivel Central, donde se indicó que los lisímetros no estaban cumpliendo la función de carga constante, lo cuál a la fecha se está revisando junto al consultor para identificar las posibles causas de lo que

⁴³ 10.5. “*La ubicación de los lisímetros a instalar- u otros equipos- para el PSA y PAT en el Salar de Aacama, deberá ser propuesta por el titular con un informes escrito a presentar a la SMA. El documento deberá informar cuando se producirá el levantamiento topográfico que permitirá la definición exacta de las coordenadas UTM y cuales son las restricciones de acceso con énfasis en los lisímetros denominados LS-02, LS-05 y LS-06.*”

⁴⁴ 10.6 *La distribución del instrumental destinado a medir evaporación para el PSA y PAT en el salar de Atacama deberá ser representativa de la heterogeneidad del Salar. Por ello, se pide agregar un lisímetro en el borde oeste del Salar.*

acontece. Junto con lo anterior, en el mismo mes de octubre 2019, Albemarle sufrió el daño de la estación hidrometeorológica LS-09, ubicada en el sector de Tilopozo, la que fue destruida por razones ajenas a ALB y quedando no operativa durante las manifestaciones que acontecieron en el país. La estación a la fecha no ha sido reparada y se continúa en proceso de marcha blanca en todas las otras estaciones.

6.7.2 En relación con Limnímetros y Estacas, Considerando 10.10 de RCA 21/2016.

- Con fecha 7 de mayo 2019, Albemarle hizo entrega a la SMA del “*Informe del Levantamiento Topográfico Georreferenciado*”, realizado entre fines del año 2018 y principios del año 2019, a los 17 limnímetros y a las 4 estacas pertenecientes a la red del PSAH que se encuentran instalados en los cuerpos de agua del Salar. Esta entrega da cumplimiento a lo establecido en el considerando 10.10 de la RCA 021/2016 se indica textual: “*Sobre el nivel de las lagunas, la cota topográfica de referencia deberá ser revisada y validada por la SMA cada 2 años*”,

El mencionado informe contiene la actualización de la ubicación de los limnímetros y estacas, en coordenadas UTM Datum WGS 84, y de las cotas topográficas. Además, se incluye la información básica y los certificados vigentes de los vértices a los que se llegó en el levantamiento realizado. A la fecha del presente informe, no se ha recibido comunicación por parte de la SMA.

6.7.3 En relación con Modelo Hidrogeológico, Considerando 10.7 de RCA 21/2016.

- Con fecha 29 de marzo de 2019, Albemarle entregó a la SMA el Informe y Modelo Hidrogeológico consistente en la “*Primera Actualización del Modelo de Flujo de Agua Subterránea en el Salar de Atacama*” según RCA 21/2016 de ALB. Dicha entrega fue realizada en los plazos comprometidos, que correspondía a los 6 meses de cumplidos los 2 años de operación, establecida en el Anexo 3 de la Adenda 5 y en Condiciones específicas del Considerando 10.7 de la RCA 21/2016.

Este modelo fue actualizado con la nueva información disponible (hidrología, niveles piezométricos, bombeos, etc.), verificándose representaba bien el comportamiento del Salar, no siendo necesario realizar una nueva actualización o calibración del mismo.

6.7.4 En relación con Verificación Efecto Sinérgico, Considerando 10.16 y 10.20 de RCA 21/2016.

- Producto de la activación del PAT Alerta Norte por parte de SQM, se dió por activado el PAT de Albemarle en el sector alerta Norte, ésto tuvo lugar en enero de 2019, en

los pozos de SQM pozos L4-12 y L5-10. Dando cumplimiento a lo estipulado como acción preventiva de dicho PAT (Anexo 3 de la Adenda 5, letra c)), se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega dentro de los plazos establecidos, esto es dentro de los primeros 6 meses siguientes a la notificación de la activación, con carta de fecha 04 de julio de 2019 a la SMA, con el documento identificado como *“Informe de Verificación de Efecto Sinérgico”*, dando cumplimiento así al numeral 10.16 y 10.20 de la RCA N° 21/2016.

Respecto de los resultados del análisis el efecto sinérgico, se puede indicar que a partir de las simulaciones, se observó que el descenso producto de la operación de ALB en el punto L4-12, a la fecha de evaluación del efecto sinérgico (1 de enero de 2019) respecto del nivel a noviembre de 1997, es de 2,5 cm, equivalente al 14% del descenso producido por las extracciones de salmuera. Cabe señalar que los 2,5 cm indicados precedentemente, no se vinculan al aumento de extracción asociados a la RCA 21/2016, sino que a las extracciones históricas. Lo anterior se concluye a partir de los resultados de la modelación realizada, donde los niveles sin y con los 300 L/s adicionales de extracción no muestran diferencias en el punto L4-12.

Por otra parte, el descenso generado por la operación de SQM en este mismo punto, en el mismo período, es de 14,8 cm, lo que equivale a una contribución del 86%. Para el punto L5-10 el modelo mostró que ALB no tuvo contribución detectable en los descensos, por lo que los 1,2 cm son 100% responsabilidad de la operación de SQM.

7 CONCLUSIONES

El presente informe del Plan de Seguimiento Ambiental de los Recursos Hídricos da cuenta del cumplimiento del monitoreo en forma periódica del componente hídrico de la cuenca del Salar de Atacama en cuanto a sus variables físicas y químicas más importantes, las cuales reflejan y permiten analizar el comportamiento del sistema y de paso permitirán la actualización de la modelación numérica. Asimismo, da cumplimiento a los considerandos correspondientes a la componente hídrica, asociados al Considerando 7, 10.18 y 10.19 de la RCA N° 21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

Considerando los objetivos específicos de las variables que se monitorean planteados en el Capítulo 3 de este documento, se puede concluir respecto del monitoreo año 2019 que:

- Se reportó el monitoreo realizado en el sistema hidrológico e hidrogeológico general.
- Se realizó el análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2019 con respecto a la data histórica existente. Respecto a lo anterior, se destaca que se corroboró el cumplimiento de las variables cuyos niveles o límites comprometidos es la mantención de ellos dentro de su rango de variación histórico u oscilación natural.
- Se reportó el seguimiento sobre variables de referencia ubicados en sectores vecinos no influenciados, lejanos al área de explotación de Albemarle.
- Se realizó un análisis integrado de las variables correspondientes, de manera de prever el comportamiento del sistema, tanto del Núcleo y la Zona Marginal, como del acuífero, enfocado principalmente en los objetos de protección.
- Se verificó el comportamiento previsto del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas como a los efectos de la explotación del proyecto en los puntos del PAT. Al respecto, se verificó que durante el año 2019, no fueron sobrepasados los umbrales definidos en ninguna de las mediciones realizadas, ni se activaron las fases PAT en el Sector de alerta Núcleo ni en el Sector de alerta Acuífero.
- Por otro lado, en enero de 2019 se activó la Fase I del Plan de Contingencia por parte de SQM, lo que conllevó a la activación de la Fase I del PAT del Sector de alerta Norte de Albemarle, debido a que los pozos L4-12 y L5-10, de la Red PSAH PAT de ALB Sector Alerta Norte, se mostraron bajo los umbrales de la Fase I. Por lo anterior, se tomaron las medidas correspondientes relacionadas a la activación de esta fase.

- El presente informe de seguimiento entrega la información levantada en terreno y analizada, dando cumplimiento a lo establecido en la R.E. N° 223/2015 de la SMA, y además entrega la información del año 2019 en el formato indicado en la RES SMA N°894/2019, permitiendo de esta manera la trazabilidad de los datos y proporcionando una herramienta de gestión y control para la fase de operación del proyecto y que se extenderá durante los 5 primeros años de la fase de cierre.

Del monitoreo del PSAH 2019 y del análisis integrado de las variables se puede concluir que:

De los registros de precipitación diaria, de la estación meteorológica EM-Rockwood se tiene que el año 2019 corresponde a un año húmedo, con una precipitación total anual de 48,2 mm/año, equivalente a 13% de Prob. Excedencia del registro histórico. A fines de enero y principios de febrero, se generaron grandes precipitaciones, que provocan alzas de niveles en los puntos de monitoreo y ciertos cambios en algunas variables del PSAH, tales como caudales aforados, calidad química del agua, superficies lagunares, etc. En lo concreto, las lluvias fueron una fuente de alteración de los registros históricos que se observó en muchos de los puntos del PSAH.

Los resultados para la tasa de EVT, en general, muestran valores máximos en marzo y valores mínimos para el mes de agosto. En general, los valores de tasa de EVT se mueven en los mismos rangos de los últimos 3 años, con variaciones estacionales.

Para el caso de las Superficies Cubiertas por Lagunas, en general, para todos los sectores se presenta una tendencia hacia un aumento de los valores en la temporada de verano, que se sostiene desde la temporada de precipitaciones o invierno altiplánico de 2019 (evento excepcional). Esta condición podría mantenerse según el estado de las precipitaciones para el año 2020. Las variables que afectan al régimen lagunar son principalmente la evaporación y las precipitaciones, observando que tiene efecto en la superficie ocupada por las lagunas durante los siguientes 6 meses e incluso 1 año, siendo la causa principal de la extensión de estos cuerpos de agua.

Sector La Punta – La Brava

Para el Sector La Punta-La Brava, en 2019, los niveles subterráneos en este sector del acuífero, mantienen la tendencia histórica mostrando estabilidad con variaciones estacionales. Los ascensos de nivel se observan en invierno y descensos en verano producto principalmente de la evaporación. Los piezómetros someros ubicados al sur de las lagunas (p.ej. BA-04 y BA-08) presentan una amplitud de oscilación menor a los ubicados al Norte (p.ej. BA-06 y BA-12), lo que se explicaría por una menor influencia de las precipitaciones y evaporación respecto de los puntos ubicados al norte de las lagunas y que están más cerca del Núcleo del Salar. Además, los puntos ubicados entre las lagunas y el

Núcleo (BA-06 y BA-12), presentan una respuesta más marcada ante evolución de la evaporación y también a los eventos de precipitación, lo que se evidencia para 2019 con el alza de niveles en febrero producto del evento de precipitaciones registrado entre enero y febrero.

El hecho de que los niveles del acuífero se mantengan siempre oscilando entre las mismas cotas y con una tendencia estable, se asocia a una recarga subterránea de carácter permanente proveniente de las cuencas aportantes del sureste, hecho que valida el modelo conceptual de funcionamiento de este sector lagunar.

En este sector La Punta - La Brava, al sur de las lagunas, también hay puntos de monitoreo profundos habilitados por debajo la Interfase Salina, en la salmuera. Los niveles de salmuera en este sector, en general, se muestran estables y sin influencia directa del régimen de precipitaciones, tal como se observa en los piezómetros MP-01B y MP-03B. La evolución del nivel de salmuera, considerando por ejemplo el piezómetro MP-04B, que se ubica a escasos metros del pozo de agua industrial Tilopozo, permite verificar la desconexión entre el nivel del pozo profundo y el caudal extraído desde agua superficial, ya que no se ve una relación directa entre ambas variables. Además, se observa que durante el año 2018 los niveles de MP-04B se muestran estables, rompiendo la tendencia al descenso observada en el periodo histórico hasta el 2017 y que incluso se alzan a finales del año 2019.

Para el año 2019 las áreas calculadas para el sistema lagunar La Punta-La Brava, en los meses de agosto y diciembre, invierno y verano respectivamente, se muestran diferentes a la variación estacional observada históricamente ya que se tiene mayor superficie en verano que en invierno. Lo anterior, puede estar relacionado con que, en oposición a lo observado en la pluviometría, los canales que se alimentan de aguas subterráneas presentan un régimen de máximos y mínimos desfasados en aproximadamente seis meses respecto de las precipitaciones, conjugándose además con los mínimos (junio) y máximos (diciembre) valores de evaporación. Dado el análisis histórico realizado en la superficie lagunar se observa que la estacionalidad no está controlada únicamente por el régimen de precipitaciones, sino también por la evaporación, lo que se traduce tanto en una variabilidad tanto intranual como interanual.

A partir del monitoreo efectuado durante el año 2019, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar La Punta-La Brava establecido en la evaluación ambiental. Las zonas de recarga se ubican en el sector sur, y están constituidas por aguas cloruradas sódicas relativamente poco mineralizadas. Estas aguas fluyen hacia el Noroeste, aumentando su CE hasta encontrarse con la Interfase Salina que se dispone perpendicular al flujo, y que fuerza al agua subterránea ascender aflorando a la superficie, dando origen a las lagunas. Una vez en las lagunas, y debido al efecto de la evaporación, el agua

incrementa su CE. En épocas de mayor recarga y coincidiendo con la época invernal, las lagunas desbordan por sobre la Interfase Salina produciendo flujos sub-superficiales hacia el Núcleo que alcanzan el límite con la costra de cloruros formando los “open pools”, donde se evapora y disuelve la costra, enriqueciéndose en sales disueltas, convirtiéndose finalmente en salmuera

Sector Peine

Para el Sector Peine, en este sector en las zonas de recarga, localizadas en el borde Este y sur del sistema lagunar, representado por los pozos PP-01 y PP-02, entre la Zona Marginal y la zona de pie de monte de la cordillera Andina, los niveles de agua subterránea, durante el 2019, siguen las tendencias esperadas, permaneciendo estables y sensibles a las precipitaciones de mayor intensidad, que producen ascensos bruscos del nivel y que inmediatamente al finalizar el evento de precipitación retoman la tendencia.

En el sistema lagunar Peine, los niveles representados por BA-28 y BA-30 se muestran estables dentro de los ciclos estacionales históricos, presentando máximos en invierno y mínimos en verano. Las variaciones estacionales de sus niveles estarían asociadas a los procesos de evaporación (EV), y se observa que cuando la tasa de evaporación aumenta, se presentan los niveles más profundos y viceversa.

Los niveles del acuífero de agua dulce-salobre, mientras más próximos se encuentran los pozos de monitoreo al Núcleo, muestran menor ciclicidad estacional, presentando, por el contrario, una respuesta más brusca ante las precipitaciones.

En el sector de la Laguna Interna, en el sistema lagunar Peine, los niveles presentan una tendencia descendente hasta diciembre 2018, debido a la proximidad a las zonas de extracción de salmuera, lo que se refleja, por ejemplo, en el piezómetro BA-17. Además, se muestra sensible a las lluvias que ocurren en el sector, registrando ascensos de nivel tras los eventos de precipitación, e iniciando un descenso inmediatamente después. Lo anterior muestra que la recarga sobre el Núcleo es directa por precipitación, o bien por el hecho de que el agua de escorrentía que se genera en las cuencas aportantes alcanza directamente el Núcleo, a través de los canales naturales que se forman y flujo subsuperficial.

Los niveles resgistrados, muestran un gradiente de la cota del nivel desde la laguna Salada hacia la laguna Interna, lo que confirma la dirección de flujo de agua desde el sureste hacia el Noroeste a través los canales que las comunican.

Por otra parte, los aforos realizados durante el 2019, en general, muestran que los caudales de entrada a la laguna Salada (AFP-01 y AFP-02) son mayores que los registrados en la

salida de ésta y a la entrada de la laguna Saladita (AFP-03) debido a pérdidas ocurridas por evaporación y/o infiltración, que disminuyen el caudal en la dirección del flujo.

Al analizar las precipitaciones con los datos de aforos, no se aprecia una relación directa entre los eventos de precipitación y los caudales aforados en los canales de tránsito entre las lagunas Salada, Saladita e Interna.

En general, el cálculo de la superficie ocupada por las lagunas en Peine muestra extensiones máximas en los meses de invierno (Julio y agosto) y mínimos en los meses de verano (enero) o poca diferencia entre estaciones.

Mediante el análisis histórico de los sistemas lagunares de La Punta - La Brava y Peine, se estableció que tras la ocurrencia de fenómenos meteorológicos con aporte pluviométrico relevante, el aumento de la superficie lagunar persiste alrededor de 6 meses y puede ser sostenida hasta 1 año en el caso de ocurrir nuevos eventos. Existe por tanto una dinámica intra e interanual en estos sistemas controlado tanto por las precipitaciones, como por efecto de la evaporación y por el aumento de flujos subsuperficiales y subterráneos.

La conductividad eléctrica (CE) registrada en las lagunas es mayor a la registrada en las aguas subterráneas y además aumenta desde laguna Salada (que es la menos mineralizada) hacia laguna Saladita, debido a la evaporación; y luego, el agua procedente de esta laguna, se adentra hacia el Núcleo de salmuera de manera superficial/subsuperficial generando la laguna Interna, que es donde se reportan la máxima CE.

A partir del monitoreo efectuado durante el año 2019, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar Peine, donde las zonas de recarga se ubican al sureste del sistema lagunar, y están constituidas por aguas de composición clorurada sódico, que se infiltra al acuífero o bien por precipitación directa o por escorrentía superficial-subsuperficial hasta alcanzar zonas más permeables. Una vez en el acuífero, estas aguas fluyen hacia el Noroeste hasta interceptar con la superficie de terreno generando manantiales que dan origen a las lagunas. Una vez en superficie estas aguas siguen su recorrido, formando canales naturales que alimentan a las lagunas Salada, Saladita y finalmente laguna Interna. A medida que el agua fluye hacia el Núcleo va aumentando su salinidad, debido a procesos de evaporación. Por último, el agua de la laguna Interna acaba adentrándose en el Núcleo de salmuera de manera superficial, disolviendo la costra de cloruros y enriqueciéndose paulatinamente en sales disueltas, hasta que finalmente, ya convertida en salmuera, se incorpora al Núcleo.

Sector Norte y Borde Este

El Sector Norte y Borde Este, está constituido por el sistema lagunar de Soncor y el sistema lagunar Aguas de Quelana.

Para el sector de Aguas de Quelana, la evolución de niveles de este sector está condicionada por la recarga producto de las precipitaciones y por la evaporación, que es mayor en verano y menor en invierno.

Las variaciones del área ocupada por estas lagunas se asocian a un comportamiento estacional, con extensiones mayores en invierno que en verano y, también, a una variación intranual condicionada por el régimen de precipitaciones de los años anteriores.

La conductividad eléctrica (CE) muestra diferencias entre las aguas de las lagunas, las vertientes y las aguas subterráneas del acuífero de agua dulce-salobre. Los valores más bajos se localizan en la vertiente Camar, correspondientes a aguas de recarga al acuífero. Los valores más altos del sistema se registran en las lagunas, lo que se interpreta como consecuencia de procesos de evaporación del agua de recarga durante su tránsito hacia el Núcleo y/o disolución de minerales. Por último, las aguas del acuífero salobre representadas por el pozo MP-12A, registran CE intermedias entre los valores de las vertientes y las lagunas, aunque más próximas a las primeras.

Los resultados obtenidos para el año 2019 y las mediciones de CE de las aguas va incrementando desde el Este hacia el Oeste, corroborando el modelo conceptual. El Sistema Aguas de Quelana, las aguas de las lagunas provienen del acuífero aluvial del borde Este. En las zonas de recarga, estas aguas poco salinizadas y de composición clorurada cálcica, son alimentadas, a su vez, por aguas de distintas quebradas, entre ellas la quebrada de Camar. Durante su recorrido hacia el Oeste, por efecto de la disolución de sedimentos evaporíticos, las aguas aumentan su CE y cambian su composición a cloruradas sódicas, hasta llegar a la Zona Marginal. Ya en la Zona Marginal, comienzan los procesos de evaporación, disolución y precipitación de sales. En la zona de las lagunas, debido a la magnitud del flujo subterráneo procedente del Este, el agua salobre se ve forzada a ascender al encontrarse con la salmuera del Núcleo (Interfase Salina), aflorando en superficie y dando origen a las Lagunas del Sistema Aguas de Quelana.

La dinámica de las lagunas está marcada por la evaporación con máximos de nivel y superficie en invierno y mínimos en verano. En ocasiones, durante los años más húmedos, o tras eventos de precipitación importantes en donde la superficie lagunar aumenta considerablemente, se producen desbordamientos superficiales hacia el Núcleo desde las lagunas hacia el Núcleo.

Para el sector de Soncor, considerando la variación de los niveles, se observa hay una cierta oscilación estacional en la evolución de niveles, producto de la evaporación, hecho esperable teniendo en cuenta que los niveles son someros. Además se producen ascensos bruscos de nivel como respuesta a los eventos de precipitación de mayor magnitud. Este comportamiento se explica bien por la infiltración directa del agua de lluvia, o bien por el hecho de que parte del agua de escorrentía que fluye a través de los canales naturales que alimentan las lagunas se infiltra en esta área.

En cuanto a la superficie lagunar, se puede observar que la evolución histórica es estacional, al igual que los niveles lagunares, aumentando el área en invierno y disminuyendo en verano. El comportamiento de estos cuerpos de agua es complejo y se encuentra asociado tanto a los efectos estacionales de la evaporación, como al régimen intranual de las precipitaciones.

En el tránsito entre Laguna Chaxa (LM-12) hacia laguna Barros Negros (LM-11) se produce un aumento de la conductividad eléctrica (CE), con valores similares a los registrados en las aguas subterráneas del sector (BA-31). Lo anterior confirma que la evaporación y la disolución de sedimentos evaporíticos produce una concentración de sales y por tanto un aumento de la conductividad eléctrica desde la zona de recarga hacia el sector de las lagunas, de este a oeste, y de norte a sur a medida que las aguas circulan por el sistema lagunar a través de canales superficiales naturales.

Finalmente es necesario concluir que, en general, todas las variables monitoreadas a través del PSAH, cumplen a diciembre del 2019, con los límites establecidos en la evaluación ambiental indicados en la RCA N° 21/2016.

8 REFERENCIAS

ALBEMARLE-SGA. “Informe Herramienta de Verificación del Efecto Sinérgico Salar de Atacama”, Activación PAT RCA N° 21/2016, Sector de Alerta Norte, Fase I, en fecha 18.06.2018.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Herramienta de Verificación del Efecto Sinérgico Salar de Atacama”, Activación PAT RCA N° 21/2016, Sector de Alerta Norte, Fase I, en fecha 04.07.2019.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°3, período Enero-Diciembre 2018. Entregado a SMA marzo 2019.

Cornellà, O., Salas, J., Aravena, R., Guzmán, E., Guimerá, J., Tore, C., Von Igel, W., Henríquez, A, Fock, A. Hidrogeología de los sistemas lagunares del margen E del Salar de Atacama. XII Congreso Geológico Chileno. Santiago, 22-26 de noviembre, 2009.

CRIST, E. P. AND CICONE R.C. 1984. Application of the Tasseled Cap concept to simulated Thematic Mapper data, Photogrammetric Eng. Remote Sens Vol. 50(3), 343-352.

CRIST, E. P., LAURIN, R. AND CICONE, R.C. 1986. Vegetation and soils information contained in transformed Thematic Mapper data. In Proceedings of IGARSS' 86 Symposium, 1465- 70.

DGA, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación. Análisis de los mecanismos de evaporación y evaluación de los recursos hídricos del Salar de Atacama. Santiago, 2014.

HERNÁNDEZ, H. J. Apuntes de clases de SIG y Percepción Remota. Magíster en áreas silvestres y conservación de la naturaleza. Universidad de Chile. 2005.

Medición con Domo, Según Stannard (1988), se utiliza una cámara semiesférica ya que esta forma permite una mezcla eficiente del vapor de agua con el aire al interior de la cámara y minimiza la distorsión de la radiación. El material sugerido es acrílico de 5 mm de espesor. (4.3.6)

MARDONES, L. “Características geológicas e hidrogeológicas del Salar de Atacama”. En, LAGOS, G. “El litio. Un nuevo recurso para Chile”, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería en Minas, 1986.

ROCKWOOD-SGA. “Estudio hidrogeológico y modelo numérico sector Sur del Salar de Atacama”. Anexo 1 de la Adenda 5 del EIA “Modificación y modificación del sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama”.

SEA, Servicio de Evaluación Ambiental, División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana. Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA. 2012.